

教材习题解答

第一章

化学反应与能量

第一节 化学反应与能量的变化

- 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 与 1 mol $\text{Cl}_2(\text{g})$ 反应生成 2 mol $\text{HCl}(\text{g})$ 时放出 184.6 kJ 的热量,这是该反应的反应热。反应热的符号是 ΔH ,单位是 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 或 kJ/mol ,如该反应的反应热可表示为 $\Delta H = -184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
- 在化学反应过程中,反应物分子间的化学键断裂时,需要克服原子间的相互作用,这需要吸收能量;而原子重新结合成生成物分子,即新化学键形成时,又要释放能量。若吸收的能量大于释放的能量,则该反应吸热;若吸收的能量小于释放的能量,则该反应放热。
- (1) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
 $\Delta H = -92.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 (2) $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$
 $\Delta H = +68 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 (3) $\text{Cu}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CuO}(\text{s})$
 $\Delta H = -157 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 (4) $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
 $\Delta H = +131.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 (5) $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -622 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 (6) $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -5518 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【解析】根据给定条件书写热化学方程式应注意:①注明各反应物和生成物的状态;②在方程式右边标明 ΔH 的正、负号和数值、单位;③ ΔH 的数值应与方程式中的化学计量数相对应。

- (1) $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
 $\Delta H = -41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 (2) $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H = +41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【解析】先由题图判断出反应物和生成物,写出化学方程式,再在化学式后注明状态,最后在方程式右边注明反应热即可。

第二节 燃烧热 能源

- 在生产和生活中,人们可以根据燃烧热的数据去选择合适的燃料。如甲烷、乙烷、丙烷、甲醇、乙醇、氢气的燃烧热值均很高,它们都是良好的燃料。
- 化石燃料蕴藏量有限,不能再生,最终将会枯竭,因此现在就应该寻求应对措施。措施之一就是使用甲醇、乙醇代替汽油,农牧业废料、高产作物(如甘蔗、高粱、甘薯、玉米等)、速生树木(如赤杨、刺槐、桉树等),经过发酵或高温热分解就可以制造甲醇或乙醇。由于上述制造甲醇、乙醇的原料可以再生,而且甲醇、乙醇燃烧热较大,燃烧充分,对环境污染小,因此用甲醇、乙醇代替汽油是应对能源危机的一种有效措施。
- 优点:(1)燃烧热值高;(2)资源丰富;(3)燃烧产物无毒、无污染。

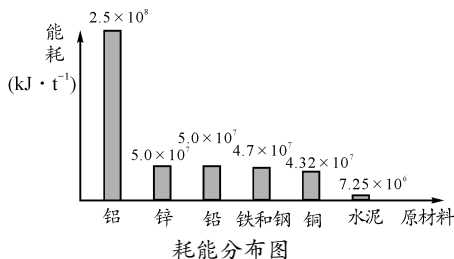
问题:目前以水为原料获得廉价、丰富的氢能的技术及贮存、运输技术还有待突破。

发展前景: H_2 将成为未来的主要能源。

【解析】氢气单位质量的燃烧热值最高,因此它是优异的火箭

燃料,再加上无污染,氢气自然也是其他运输工具的良好燃料。在当前,用氢气作燃料尚有困难,一是氢气易燃、易爆、极易泄漏,不便于贮存、运输;二是制造氢气尚需电力或其他化石燃料,成本高。如果用太阳能和水廉价地制取氢气的技术能够突破,则氢气能源将具有广阔的发展前景。

- 甲烷的燃烧热值大,无毒,燃烧时生成 CO_2 和水,对环境污染小。但探明的天然气矿藏有限,这是人们所担心的。现已发现海底存在大量水合甲烷,其储量约是已探明的化石燃料的 2 倍。如果找到了适宜的开采技术,将大大缓解能源危机。
- 从下图中可以看出,生产 1 t 铝消耗的能源大于同时生产 1 t 锌、1 t 铅、1 t 铁和钢、1 t 水泥的能源。关于如何合理利用资源、能源,可以自由设想。例如在生产中节约使用原材料,加强废旧钢铁、铝、铜、锌器件的回收利用,均是合理利用资源和能源的措施。



- 按载 50 人计算,耗油量:私人汽车 $= \frac{1}{5} \times \text{公交车} \times 25 = 5$ 公交车;排出的污染物:私人汽车 $= \frac{1}{5} \times \text{公交车} \times 25 = 5$ 公交车。即从耗油量及排出的污染物来看,在城市交通中应更多发展公交车,减少私人汽车的拥有量,以更好地节约能源、减少污染、保护环境。

第三节 化学反应热的计算

- 放出 983.75 kJ 的热量。

【解析】 $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

2.5 mol C 完全燃烧放出的热量为 $2.5 \text{ mol} \times 393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 983.75 \text{ kJ}$ 。

- 3.5 mol H_2 。

【解析】 $\text{H}_2(\text{g})$ 的燃烧热 $\Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

欲使 H_2 完全燃烧生成液态水,得到 1 000 kJ 的热量,需要 $1000 \text{ kJ} \div 285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.5 \text{ mol}$ 的氢气。

- S 的燃烧热 $\Delta H = -296 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【解析】 $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H$
 $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \Delta H$
 $4 \text{ g} \quad -37 \text{ kJ}$

$\Delta H = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times (-37 \text{ kJ}) \div 4 \text{ g} = -296 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- CH_4 燃烧热 $\Delta H = -889.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【解析】 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H$
 $16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \Delta H$
 $1.00 \text{ g} \quad -55.6 \text{ kJ}$
 $\Delta H = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times (-55.6 \text{ kJ}) \div 1.00 \text{ g}$
 $= -889.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 3.00 mol C_2H_2 完全燃烧能放出 3 884.4 kJ 的热量,燃烧相同物质的量的 CH_4 和 C_2H_2 , C_2H_2 放出的热量多。

【解析】

$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H$
 $26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \Delta H$
 $2.00 \text{ g} \quad -99.6 \text{ kJ}$

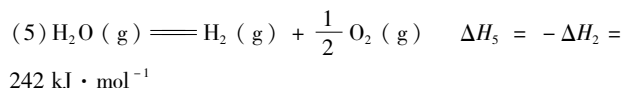
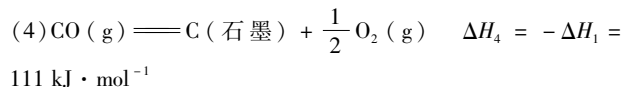
$$\Delta H = 26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times (-99.6 \text{ kJ}) \div 2.00 \text{ g} = -1294.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$Q = 3.00 \text{ mol} \times 1294.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 3884.4 \text{ kJ}.$$

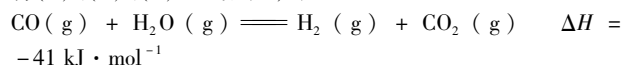
从第4题已知 CH_4 的燃烧热 $\Delta H = -889.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 与之相比, 燃烧相同物质的量的 CH_4 和 C_2H_2 , C_2H_2 放出的热量多。

$$6. -41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

【解析】由题中热化学方程式(1)、(2)可得:



将(3)、(4)、(5)三式相加, 得:



25 °C 时 CO 与 H_2O 作用转化为 H_2 和 CO_2 的反应热为 $-41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

$$7. 9.64 \text{ kg}.$$

【解析】已知 1 kg 人体脂肪储存 32 200 kJ 能量, 行走 1 km 消耗 170 kJ 能量, 每天走 5 km, 1 年因此而消耗的脂肪量: $170 \text{ kJ} \cdot \text{km}^{-1} \times 5 \text{ km} \cdot \text{d}^{-1} \times 365 \text{ d} \div 32200 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \approx 9.64 \text{ kg}$ 。

$$8. 1000 \text{ km}.$$

【解析】此人脂肪储存的能量为 $4.2 \times 10^5 \text{ kJ}$, 快速奔跑 1 km 要消耗 420 kJ 能量, 此人的脂肪可以维持奔跑的距离为 $4.2 \times 10^5 \text{ kJ} \div 420 \text{ kJ} \cdot \text{km}^{-1} = 1000 \text{ km}$ 。

$$9. 57.7\%.$$

【解析】1 t 煤燃烧放热 $2.9 \times 10^7 \text{ kJ}$, 50 t 水由 20 °C 升温至 100 °C, 温差 $100 \text{ °C} - 20 \text{ °C} = 80 \text{ °C}$, 此时需吸热 $50 \times 10^3 \text{ kg} \times 80 \text{ °C} \times 4.184 \text{ kJ} \cdot (\text{kg} \cdot \text{°C})^{-1} = 1.6736 \times 10^7 \text{ kJ}$, 锅炉的热效率 = $(1.6736 \times 10^7 \text{ kJ}) \div (2.9 \times 10^7 \text{ kJ}) \times 100\% \approx 57.7\%$ 。

$$10. 1.7 \times 10^6 \text{ kJ}.$$

【解析】各种塑料可回收的能量:

$$\text{耐纶} \quad 5 \text{ m}^3 \times 4.2 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-3} = 21 \times 10^4 \text{ kJ}$$

$$\text{聚氯乙烯} \quad 50 \text{ m}^3 \times 1.6 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-3} = 80 \times 10^4 \text{ kJ}$$

$$\text{丙烯酸类塑料} \quad 5 \text{ m}^3 \times 1.8 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-3} = 9 \times 10^4 \text{ kJ}$$

$$\text{聚丙烯} \quad 40 \text{ m}^3 \times 1.5 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-3} = 60 \times 10^4 \text{ kJ}$$

$$\text{将回收的以上塑料加工成燃料, 可回收能量为 } 21 \times 10^4 \text{ kJ} + 80 \times 10^4 \text{ kJ} + 9 \times 10^4 \text{ kJ} + 60 \times 10^4 \text{ kJ} = 170 \times 10^4 \text{ kJ} = 1.7 \times 10^6 \text{ kJ}.$$

11. 一辆汽车在其使用期限内, 防止金属腐蚀花费能量为 $9.0 \times 10^7 \text{ kJ}$, 而消耗汽油的能量为 $1.0 \times 10^9 \text{ kJ}$, 为前者 10 多倍, 说明汽油能耗是占主要的, 花费大量的人力、物力去防止金属腐蚀来延长汽车寿命, 确实不如去研究如何降低油耗有实际意义。

第二章

化学反应速率和化学平衡

第一节 化学反应速率

1. 单位时间内反应物浓度的减少或生成物浓度的增加

【解析】对于化学反应速率概念的理解要抓住其内涵和外延。

2. 化学计量数 【解析】同一反应中, 用不同物质表示的反应速率之比等于化学方程式中化学计量数之比。

3. (1) A (2) C (3) B

【解析】4 s 内各物质的物质的量变化为 $\Delta n(\text{C}) = 0.2 \text{ mol}$,

$$\Delta n(\text{A}) = 2\Delta n(\text{C}) = 0.4 \text{ mol}, \Delta n(\text{B}) = \frac{1}{2}\Delta n(\text{C}) = 0.1 \text{ mol},$$

$$v(\text{C}) = \frac{0.2 \text{ mol}}{4 \text{ s}} = 0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}, \text{ 故}$$

$$v(\text{A}) = \frac{0.4 \text{ mol}}{4 \text{ s}} = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}, v(\text{B}) = \frac{0.1 \text{ mol}}{4 \text{ s}} = 0.0125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}.$$

4. D 【解析】 $v(\text{NH}_3):v(\text{O}_2):v(\text{NO}):v(\text{H}_2\text{O})=4:5:4:6$ 。

5. A 【解析】 $v(\text{A}):v(\text{B}):v(\text{C})=\frac{2}{3}v(\text{B}):v(\text{B}):\frac{2}{3}v(\text{B})=2:3:2$ 。

第二节 影响化学反应速率的因素

1. (1) 加快; 增大了反应物氢气的浓度, 使反应速率加快。

(2) 不加快; 反应物的浓度不变, 反应速率不变。

(3) 减慢 保持压强不变, 向其中充入 N_2 , 体积变大, 反应物浓度减小, 反应速率减慢

(4) 不变 保持压强不变, 向其中充入 1 mol H_2 和 1 mol I_2 , 反应物的物质的量增大一倍, 容器的容积增大一倍, 反应物浓度不变, 反应速率不变

(5) 加快 升高温度, 提高了活化分子的百分数, 反应速率加快

【解析】反应物浓度增大, 可以提高单位体积的活化分子数, 升高温度可以提高活化分子的百分数, 均可以提高单位时间、单位体积内的有效碰撞次数, 从而加快反应速率。

2. A 使用催化剂降低了该反应的活化能, 提高活化分子的百分数, 增大反应速率

【解析】催化剂能够成千上万倍地提高反应速率, 使得缓慢发生的反应 $2\text{CO} + 2\text{NO} \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$ 能够迅速进行。给导出的汽车尾气再加压、升温的方法不合乎实际。

第三节 化学平衡

1. 正、逆反应速率相等, 反应物和生成物的质量(或浓度)保持不变

$$2. K = \frac{c^2(\text{C})}{c(\text{A}) \cdot c^3(\text{B})} = \frac{1}{16}$$

$$\text{【解析】} K = \frac{c^2(\text{C})}{c(\text{A}) \cdot c^3(\text{B})} = \frac{1.0^2}{2.0 \times 2.0^3} = \frac{1}{16}.$$

3. 反应混合物中各组分的百分含量 浓度、温度、压强(反应前后气体的物质的量发生变化的反应) 同等程度地改变正逆反应 不能使

4. (1) 该反应是可逆反应, 1 mol N_2 和 3 mol H_2 不可能完全化合生成 2 mol NH_3 , 所以, 反应放出的热量总是小于 92.4 kJ

(2) 适当降低温度, 增大压强。

【解析】(1) 热化学方程式中的焓变是指根据方程式中的物质的量关系, 反应物完全转化为生成物时的焓变。(2) 合成氨反应是放热的、气体体积减小的反应, 所以降低温度、增大压强可使化学平衡向正反应的方向移动, 提高氨的产率。

5. A 【解析】C 的生成速率与 C 的分解速率相等, 即 $v(\text{正}) = v(\text{逆})$, 故 A 正确; 任何时候, 单位时间内消耗 a mol A, 同时生成 3a mol C, 故 B 不正确; 由于该反应前后气体的物质的量不变, 故一定温度下, 容器内压强始终不变, 故 C、D 不正确。

6. C、D 【解析】保持温度不变, 将容器的容积扩大到原来的两倍, 假设平衡不移动, 则各物质的浓度均变为原来的 $\frac{1}{2}$, A 的

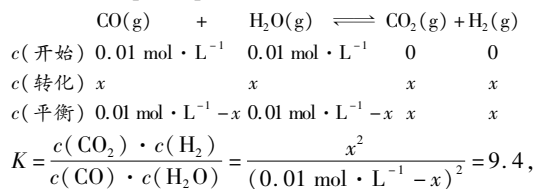
浓度由 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 降为 $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 而实际上 A 的浓度只降为 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 说明平衡向生成 A 的方向移动了, 因此 B 的转化率降低, C 的体积分数下降。

7. C 【解析】减小压强即增大体系的体积, 各物质的浓度均减小, 因此正、逆反应的速率均减小, 平衡向气体体积增大的方向即向逆反应方向移动。

8. C 【解析】假设容器的容积为 V, 当移走 1.0 mol PCl_3 和 0.50 mol Cl_2 时同时将容器的体积变为 $\frac{1}{2}V$, 则重新建立的平衡与原平衡等效, PCl_5 为 0.20 mol, 当将体积仍变为 V 时, 压

强减小,平衡向逆反应方向移动, PCl_5 的物质的量减小,即小于 0.20 mol 。

9. 75.4%。【解析】设 CO 的消耗浓度为 x 。



直接开方,舍去负值, $\frac{x}{0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - x} \approx 3.066$, $x \approx 0.00754 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, CO 的转化率为 $\frac{0.00754}{0.01} \times 100\% = 75.4\%$ 。

第四节 化学反应进行的方向

1. 铵盐溶解常常是吸热的,但它们都能在水中自发地溶解。把两种或两种以上彼此不发生反应的气体依次通入到同一个密闭容器中,它们能自发地混合均匀。此外,把墨水滴入水中,也会自发地混合均匀。
2. 凡能够使体系能量降低、熵增大的反应方向,就是化学反应容易进行的方向。但对具体反应,需应用化学反应方向的判据 $\Delta H - T\Delta S$ 进行分析,不要片面地作出结论。

第三章

水溶液中的离子平衡

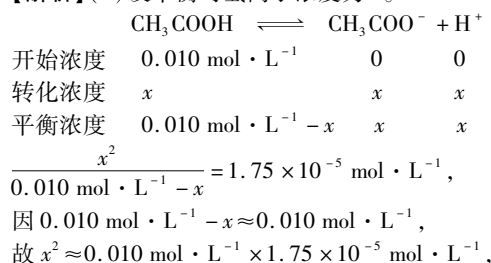
第一节 弱电解质的电离

加入的物质	氯化铵	氨气	氢氧化钠
平衡移动方向	逆反应方向	正反应方向	逆反应方向

【解析】加入氯化铵相当于加入了 NH_4^+ ,平衡向减少 NH_4^+ 的方向移动,即向逆反应方向移动;加入氨气,平衡向正反应方向移动;加入氢氧化钠相当于加入了 OH^- ,平衡向逆反应方向移动。

2. 红 【解析】水溶液中存在下列平衡: $\text{HIn}(\text{红色}) \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{In}^-(\text{黄色})$,若向其中加入盐酸, H^+ 的浓度增加,平衡逆向移动,溶液将呈红色。
3. (1) 不正确。溶液的导电能力与溶液中自由移动的离子数目和离子所带电荷多少有关。当强电解质的浓度很小、弱电解质浓度很大时,导电能力前者小。
(2) 不正确。因为 HCl 和 CH_3COOH 的体积、浓度相等,且都是一元酸,两者所含 H^+ 的物质的量相等,中和时消耗的氢氧化钠相同。
(3) 不正确。氨水是弱碱,在稀释过程中又电离出 OH^- , OH^- 浓度应大于原来的 $\frac{1}{2}$ 。
(4) 不正确。 CH_3COOH 是弱酸,不能完全电离,而盐酸完全电离。
(5) 不正确。 H_3PO_4 属于中强酸,不完全电离,而 Na_3PO_4 是强电解质,完全电离,故同物质的量的两种溶液中, Na_3PO_4 中含 PO_4^{3-} 多。涉及水解较复杂,不考虑水解的情况。
4. (1) 不变。一定温度下,该比值为常数——平衡常数。
(2) $4.18 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【解析】(2) 设平衡时氢离子浓度为 x 。



$x \approx 4.18 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

5. (1) ①要从一个带负电荷的离子中离解出一个 H^+ ,显然要比从中性分子中离解出一个 H^+ 困难,要从带两个负电荷的离子中离解出一个 H^+ ,需要克服更大的电性作用;②上一步电离出的 H^+ 对下一步电离产生了抑制作用。

(2) 木头中的电解质杂质溶于水,形成了电解质溶液,因而可以导电。

第二节 水的电离和溶液的酸碱性

1. ③④①② ②①④③

【解析】①中 $c(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; ②中 $c(\text{H}^+) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; ③中 $c(\text{H}^+) = \frac{K_w}{c(\text{OH}^-)} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; ④中由于 CH_3COOH 是弱酸不完全电离, $c(\text{H}^+) < 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2. H_2O 、 NH_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 OH^- 、 NH_4^+ 、 H^+

H_2O 、 Cl_2 、 HClO 、 H^+ 、 Cl^- 、 ClO^- 、 OH^-

【解析】因为在氨水中存在着下列平衡: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$,水也是一种极弱的电解质,存在电离平衡: $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ 。在氯水中存在如下平衡体系: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$, $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$,其中 HCl 完全电离: $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ 。

3. C 【解析】厕所清洁剂主要成分是稀盐酸,为强酸。肥皂和厨房清洁剂一般呈碱性,且肥皂的碱性弱于厨房清洁剂。

4. C 【解析】由反应 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$; $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 可知欲中和相同物质的量的氢氧化钠,消耗 HCl 和 CH_3COOH 的物质的量相同。但所给条件为体积相同、pH 相同,由于 CH_3COOH 是弱酸, HCl 是强酸, pH 相同时, $c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{HCl})$,在体积相同时 $n(\text{CH}_3\text{COOH}) > n(\text{HCl})$,所以 CH_3COOH 消耗的 NaOH 多。

5. D 【解析】 HNO_3 溶液电离出来的 $n(\text{H}^+) = 0.048 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$; KOH 溶液中电离出来的 $n(\text{OH}^-) = 0.012 \text{ L} \times 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$,则 $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$,又因为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$,所以溶液呈中性。

6. D 【解析】由于 $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$,在 25°C 等于 1×10^{-14} ,柠檬水的 $\text{pH} = 3$, $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-3}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

7. A 【解析】 $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$, $c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}}$,所以甲溶液中 $c(\text{H}^+) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,乙溶液中 $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,所以 $\frac{c_{\text{甲}}}{c_{\text{乙}}} = \frac{10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 10:1$ 。

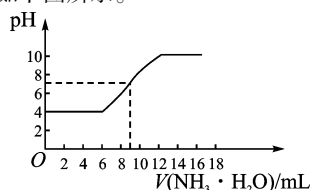
8. A、D 【解析】因为胃舒平的主要成分为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是一种两性氢氧化物,不能同时服用酸性或碱性较强的物质,因为它们都会与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 反应降低药效。从另一角度来说,要服用以 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为主要成分的胃舒平,是因为胃中酸性过强引起的,则不宜再食用酸性食物。

物品	pH	$c(\text{H}^+)$
醋	5	$10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
酱油	6	$10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
酒	7	$10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
洗涤灵	8	$10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
84 消毒液	12	$10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
洗发液	6	$10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
洁厕剂	1	$10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
洗衣液	8	$10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
柔软剂	6	$10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

仅供参考,不同品牌的同类物品,其相应的 pH 可能不尽相同。

样品号	A	B	C	D	E
样品 $c(\text{H}^+)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	6.3×10^{-5}	7.2×10^{-6}	8.5×10^{-7}	5.6×10^{-8}	2.1×10^{-8}
样品 pH	4.2	5.1	6.1	7.3	7.7
适种作物		马铃薯、苹果、草莓、烟草	水稻、玉米、大豆、油菜、棉花、洋葱、生菜、苹果、香蕉、草莓、水仙花、玫瑰	小麦、棉花、薄荷、草莓	棉花、薄荷
改良建议	加适量熟石灰使近中性				

11. 所绘制曲线如下图所示。



- (1) 所测土壤呈酸性 (2) $\text{pH}=10$ $c(\text{OH}^-)=10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
(3) 9 mL

【解析】(1) 当加入氨水的体积为 0, 所测 pH 为原土壤的 pH, $\text{pH}=4$, 所以土壤呈酸性。(2) 当加氨水到一定程度之后会中和土壤的 H^+ , 再加入到一定程度便不再改变, 是氨水的 pH, 即氨水的 $\text{pH}=10$ 。 $c(\text{OH}^-)=10^{\text{pH}-14}=10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(3) 使滤液呈中性时即 $\text{pH}=7$, 加入氨水约为 9 mL。

第三节 盐类的水解

1. D 【解析】盐类水解指某些盐溶于水时, 与水电离出来的 H^+ 或 OH^- 生成弱酸或弱碱的反应, A 表示水的电离, B 表示 HCO_3^- 与 OH^- 的反应, C 表示 CO_2 与 H_2O 的化合反应。
2. B 【解析】三种盐都是强碱弱酸盐, 酸越弱其阴离子水解程度越大, 溶液 pH 越大, 所以三种酸酸性由强到弱的顺序为 $\text{HX} > \text{HY} > \text{HZ}$ 。
3. C 【解析】由题干可知 MOH 与 HA 恰好完全反应生成强碱弱酸盐, 溶液呈碱性, 对于整个溶液来讲溶液呈电中性, 满足关系式: $c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{M}^+) + c(\text{H}^+)$, 又因为溶液呈碱性 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 所以 $c(\text{A}^-) < c(\text{M}^+)$ 。对于盐溶液来讲水解作用是很微弱的, 所以有关系式 $c(\text{M}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ 。
4. D 【解析】所加的试剂应满足下列条件: ①能与 H^+ 反应, 减小 $c(\text{H}^+)$, 以促进 Fe^{3+} 的水解, 使 Fe^{3+} 水解为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 而过滤除去; ②不能引入新的杂质。
5. 甲 由电荷守恒得 $c(\text{M}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{A}^-)$, 溶液呈中性, 则有 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 从而 $c(\text{M}^+) = c(\text{A}^-)$ 。
6. $\text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Ba}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{Al}^{3+} + 3\text{Ba}^{2+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$
 【解析】向明矾溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 至硫酸根离子刚好沉淀完全, 1 mol $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 能电离出 2 mol SO_4^{2-} , 需要消耗 Ba^{2+} 2 mol, 同时 OH^- 为 4 mol, 所以离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- + 2\text{Ba}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$; 当铝离子完全沉淀时, 1 mol Al^{3+} 要消耗 3 mol OH^- , 同时有 2 mol SO_4^{2-} 和 1.5 mol Ba^{2+} , 所以 SO_4^{2-} 剩余, Al^{3+} 与 OH^- 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$, Ba^{2+} 完全反应, 离子方程式为 $2\text{Al}^{3+} + 6\text{OH}^- + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons 3\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ 。
7. $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{HCO}_3^-$
 $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 【解析】 Na_2CO_3 为强碱弱酸盐, 溶液呈碱性。加入 CaSO_4 之

后, Ca^{2+} 与溶液中的 CO_3^{2-} 结合生成沉淀, CO_3^{2-} 的水解平衡向逆方向移动, 碱性减弱。

8. $\text{pH}(\text{Na}_2\text{CO}_3) > \text{pH}(\text{NaHCO}_3)$; CO_3^{2-} 的水解程度大于 HCO_3^- 的水解程度。
9. (1) $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl} \uparrow$
 (2) SOCl_2 和结晶水反应生成 SO_2 和 HCl , 一方面使水的物质的量减小, 另一方面生成的酸抑制 AlCl_3 的水解, 所以 SOCl_2 和 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 共热可制得无水 AlCl_3 。若直接将 AlCl_3 溶液蒸干并灼烧, 则经历: $\text{AlCl}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{H}_2\text{O}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow[\text{灼烧}]{\text{蒸干}} \text{Al}_2\text{O}_3$ 。

【解析】由题意生成有刺激性气味的气体, 可使品红溶液褪色可知此气体为 SO_2 。有白雾生成, 并且可使 HNO_3 酸化的 AgNO_3 溶液产生白色沉淀可知, 有 HCl 生成。

10. 由反应: $2\text{SbCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}$ 可知, 加入大量的水, 及后期加入少量氨水(中和 HCl), 都促进水解, 有利于平衡正向移动, 制得更多的 Sb_2O_3 。
- 【解析】加水冲稀及加入少量氨水中和生成的 HCl , 减小 $c(\text{HCl})$, 均可使 SbCl_3 的水解平衡右移, 增大水解的程度。
11. 由反应: $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})\text{Cl} + \text{HCl} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$ 可知, 受热时有 HCl 挥发, 促进水解。而 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 水解, 生成的 H_2SO_4 受热时不挥发, 故 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 受热时发生水解, 而 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 受热不易水解。

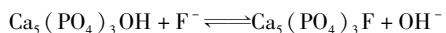
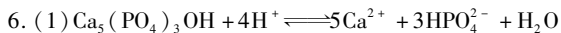
第四节 难溶电解质的溶解平衡

	$c(\text{Ag}^+)$	$c(\text{Cl}^-)$	$m(\text{AgCl})$
反应初始	最大	最大	最小
达到溶解平衡前	变小	变小	变大
达到溶解平衡时	最小	最小	最大

【解析】溶液中当 Ag^+ 与 Cl^- 相遇时就会结合生成 AgCl 沉淀从溶液中析出, 同时生成的 AgCl 又会有部分溶解, 但溶解比析出的要少, 随 AgCl 的不断析出, 溶解的速率加快, 析出的速率会逐渐减小, 直到沉淀析出的速率等于溶解的速率, 会达到沉淀溶解平衡, 所以反应初始 $c(\text{Ag}^+)$ 、 $c(\text{Cl}^-)$ 最大, 随反应进行逐渐变小, 直到达到平衡时最小且不再变化。

2. C 【解析】绝对不溶解的物质是不存在的, 我们通常所说的不溶于水即难溶物, 指的是溶解度小于 0.01 g 的物质, 当某种离子的物质的量浓度小于 $1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时就可以认为该种离子已经沉淀完全了。
3. C 【解析】此题考查了沉淀的转化问题, 其实质是溶解平衡移动的问题, 即由溶解度小的物质转化为溶解度更小的物质, 所以 MnS 的溶解度要大于 CuS 、 PbS 、 CdS 等物质的溶解度, 才能由 MnS 转化为 CuS 、 PbS 、 CdS 等物质。
4. D 【解析】加入 AgNO_3 浓溶液, 两者溶解度均减小, 若 AgNO_3 足够浓, 可视为 AgCl 、 AgBr 均完全析出, 又 AgCl 溶解度大于 AgBr , 则此时析出的 AgCl 也多于 AgBr 。
5. (1) 在 FeS 的饱和溶液中, 存在沉淀溶解平衡 $\text{FeS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$, 当加入稀盐酸时, $2\text{H}^+ + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} \uparrow$, 使 $c(\text{S}^{2-})$ 减小, 从而平衡右移, 使 FeS 最终溶解。
- (2) CaCO_3 的溶解度小于 CaSO_4 , 在 CaCO_3 的饱和溶液中, 存在沉淀溶解平衡: $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$, 当加入稀硫酸时, 生成 CaSO_4 微溶物, 又沉积在 CaCO_3 表面, 阻碍反应的进行, 因而 CaCO_3 难溶于稀硫酸; 当加入醋酸时, $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{CH}_3\text{COO}^-$, 使 CO_3^{2-} 浓度减小, 且 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ 溶于水, 从而使平衡右移, 使 CaCO_3 慢慢溶于稀醋酸中。
- (3) 在 BaSO_4 饱和溶液中存在如下沉淀溶解平衡: $\text{BaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$, 当加水冲洗沉淀时, 使 $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$ 减小, 平衡右移, 从而促进 BaSO_4 溶解, 而用 $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硫酸洗涤时, 增大了溶液中的 $c(\text{SO}_4^{2-})$, 可以抑制 BaSO_4 溶解, 故 BaSO_4 损失的量少。

【解析】电离平衡、水解平衡、溶解平衡都是化学平衡的延续，其平衡移动问题都可以用勒夏特列原理来解释。



(2) 长期使用低浓度的氟化物，例如：含氟牙膏、含氟漱口水、氟锭等，可以帮助牙齿形成较坚固的氟磷灰石。而定期使用高浓度的氟化物，例如专业性齿面涂氟，会形成大量的氟化钙，较能抵抗酸的侵蚀而抑制蛀牙的发展，父母可每3~6个月就带宝宝去牙医师处涂氟胶，氟会慢慢释出，具有长期预防蛀牙的功能。

【解析】此题的实质是沉淀的转化，即由溶解度小的物质转化为溶解度更小的物质， $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 的溶解度比 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ 小。

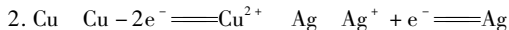
第四章

电化学基础

第一节 原电池

1. 将化学能转化为电能的装置 氧化反应 负 还原反应 正

【解析】考查原电池的基本原理。



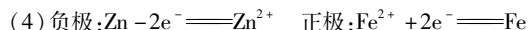
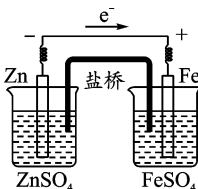
【解析】先写出原电池对应的氧化还原反应方程式 $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ ，然后根据氧化还原反应与原电池的对应关系，即可确定出正负极材料，写出电极上的反应式。

3. $a > c > d > b$ 【解析】一般来说，作为原电池的两极金属，负极金属的活泼性比正极金属的活泼性强。

4. B 【解析】一是根据阴阳相吸的原理，阳离子移向阴极（即原电池的正极）；二是整个溶液应保持电中性。

5. B、D 【解析】B、D 中构成了原电池，发生了原电池反应。

6. (1)(2)(3) 如下图所示。



【解析】本题正、负极材料非常明显，引入盐桥后，应选择相应金属离子的盐溶液为电解质溶液。

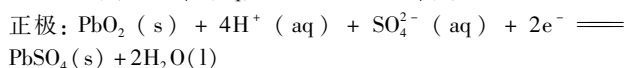
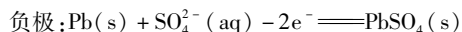
第二节 化学电源

1. A 【解析】在原电池中，通常是活泼的金属为负极，发生氧化反应，正极发生还原反应，工作时电子由负极（Zn）流向正极（ MnO_2 ）。

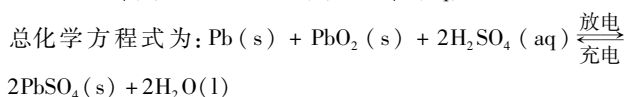
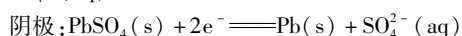
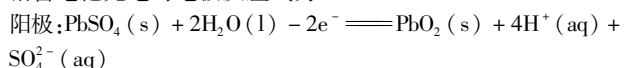
2. D 【解析】铅蓄电池充电时的电极反应为：阴极： $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{e}^- = \text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ；阳极： $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) - 2\text{e}^- = \text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ，故 PbSO_4 在两个电极上均被消耗而除去。

3. C 【解析】原电池负极发生的反应一定是氧化反应。

4. 铅蓄电池放电时电极反应式为：



铅蓄电池充电时电极反应式为：



5. 燃料电池的优越性主要有以下几点：

(1) 能量转化效率高。

(2) 无污染，可实现零排放。

(3) 效率随输出变化的特性好。

(4) 运行噪声低，可靠性高。

(5) 构造简单，便于维护保养。

(6) 燃料来源广泛。

燃料电池的发展远景：

在当今全球能源紧张、油价高涨的时代，寻找新能源作为化石燃料的替代品是当务之急。因为氢能的优势明显，清洁、高效，因此得到各国政府的大力支持，加上各种能源动力企业对燃料电池的发展信心十足，所以燃料电池未来市场将有巨大的上升空间。

尽管现在燃料电池的市场需求相当小，预计在随后的十年间，随着技术进步与规模经济效益，燃料电池的生产成本与使用成本将下降，竞争力提高，燃料电池潜在的市场将会逐步发展起来。

第三节 电解池

1. A 【解析】与电源正极相连的是电解槽的阳极，所以 A 错误；与电源负极相连的是电解槽的阴极，因此 B 正确；电解槽中阳极发生氧化反应，故 C 正确；电解槽中，电子从电源的负极出发沿导线流入电解槽的阴极，所以 D 正确。

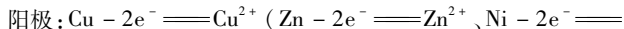
2. D 【解析】铜锌原电池中铜是不活泼金属，作正极，所以 A 正确；镀件上镀铜时，必须用铜作阳极，所以 B 正确；电解精炼铜时必须用粗铜作阳极，纯铜作阴极，因此 C 正确，D 错误。

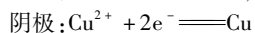
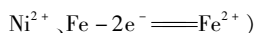
3.

装置	原电池	电解池
实例	铜锌原电池	电解氯化铜
原理	发生氧化还原反应，从而形成电流	电流通过，引起氧化还原反应
形成条件	两个电极、电解质溶液或熔融态电解质、形成闭合回路、自发发生氧化还原反应	电源、电极（惰性或非惰性）、电解质（水溶液或熔融态）
电极名称	由电极本身决定 正极：流入电子 负极：流出电子	由外电源决定 阳极：连电源正极 阴极：连电源负极
电子流向	（外电路）负极→正极	电源负极→阴极 阳极→电源正极
电流方向	（外电路）正极→负极	电源正极→阳极 阴极→电源负极
电极反应	负极： $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ （氧化反应） 正极： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ （还原反应）	阳极： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ （氧化反应） 阴极： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ （还原反应）
能量转化	化学能→电能	电能→化学能
应用	设计电池、金属防腐	氯碱工业、电镀、电冶、金属精炼

4. 电解精炼铜与电镀铜的相似之处：①都需要直流电源；②都发生了氧化还原反应；③阴极上都是 Cu^{2+} 得到电子被还原成 Cu；④阳极上大多是 Cu 失去电子变成 Cu^{2+} ；⑤电解质溶液都用 CuSO_4 溶液。

电解精炼铜的电极反应式为：

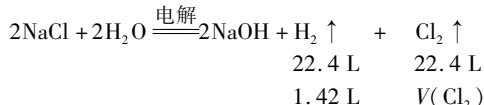




【解析】抓住关键,电解精炼铜时,用粗铜作阳极,纯铜作阴极,粗铜中的铜以及比铜活泼的金属均发生氧化反应而溶解;镀件上镀铜时,必须用铜作阳极,镀件作阴极,阳极上只有铜发生氧化反应而溶解。

5. 阳极析出 Cl_2 , 析出 Cl_2 的体积为 1.42 L。

【解析】根据电解原理可知,阳极析出 Cl_2 。

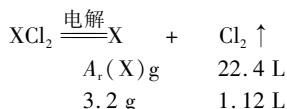


$$\frac{22.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L}} = \frac{V(\text{Cl}_2)}{1.42 \text{ L}} \quad \text{解得 } V(\text{Cl}_2) = 1.42 \text{ L}。$$

点评:可依据电解总反应的化学方程式或得失电子总数相等进行计算。

6. (1) $A_r(\text{X}) = 64$ (2) $N(\text{e}^-) = 6.02 \times 10^{22}$

【解析】(1) 设金属 X 的相对原子质量为 $A_r(\text{X})$ 。



$$\frac{A_r(\text{X}) \text{ g}}{3.2 \text{ g}} = \frac{22.4 \text{ L}}{1.12 \text{ L}} \quad \text{解得 } A_r(\text{X}) = 64。$$

(2) 由电极反应 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$, 可得: $n(\text{e}^-) = 2n(\text{Cl}_2) = 2 \times \frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 则通过的电子数为 $N(\text{e}^-) = 6.02 \times 10^{22}$ 。

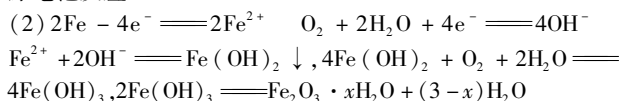
点评:可利用电解总反应方程式求解,也可根据电子得失守恒求解。

第四节 金属的电化学腐蚀与防护

1. 负 $2\text{Fe} - 4\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$ 正 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$

【解析】应注意①铁在发生电化学腐蚀时,Fe 失电子成为 Fe^{2+} ;②两极上得失电子数相等。

2. (1) 吸氧腐蚀 Fe、C、NaCl 溶液一起构成了原电池,发生了原电池反应



【解析】铁锅中的铁和杂质碳分别作为负极和正极,NaCl 溶液作为电解质溶液,构成了原电池,发生吸氧腐蚀。

3. C 【解析】A 装置中,Zn 与 H_2SO_4 直接发生氧化还原反应;B 装置中 Zn、Mg 与 H_2SO_4 构成原电池,Zn 作正极不发生反应,受到保护;C 装置中 Pt、Zn 与 H_2SO_4 构成原电池,Zn 作负极发生氧化反应而被腐蚀,腐蚀的速率最快。

点评:同种金属,用做原电池负极时其氧化的速率比本身与酸直接发生氧化还原反应的速率更快,而作为原电池正极时,不发生反应。

4. B、D 【解析】A 装置中铁作阳极发生氧化而被腐蚀;C 装置中铁作原电池的负极,发生氧化反应被腐蚀;B 装置中铁作电解池的阴极受到保护,不发生腐蚀;D 装置中铁作原电池的正极不反应。

点评:金属作原电池的正极或电解池的阴极时,不发生腐蚀。

5. A、C 【解析】将地下钢管与直流电源的负极相连,使钢管作阴极可以保护其不受腐蚀,所以 A 正确,则 D 错误;在钢管上连接锌板,则构成原电池时,锌作负极,铁作正极受到保护不发生腐蚀,所以 C 正确;而在钢管上连接铜板,则构成原电池时,铁作负极,铜作正极,铁发生氧化而被腐蚀,所以 B 错误。

点评:防止钢铁腐蚀的电化学保护方法有:外加电流的阴极保护法和牺牲阳极的阴极保护法。

6. D 【解析】黄铜为 Cu-Zn 合金,在构成原电池时,锌作负极,铜作正极,因此铜受到保护不易产生铜绿,所以 A 与电化学腐蚀有关;生铁不纯,在潮湿的空气中易发生电化学腐蚀,因此比纯铁容易生锈,即 B 与电化学腐蚀有关;铁质器件与铜质配件在潮湿的空气中构成原电池,铁作负极发生氧化,因此在接触处易生成铁锈;银质物品表面变暗,是由于银与空气中微量的 H_2S 反应生成了 Ag_2S 的缘故,不是电化学腐蚀的结果,所以 D 与电化学腐蚀无关。

点评:不纯的金属或合金在潮湿的空气中易发生电化学腐蚀,活泼的金属被氧化。

7. 金属跟接触到的干燥气体(如 O_2 、 Cl_2 、 SO_2)或非电解质液体直接发生化学反应而引起的腐蚀,叫做化学腐蚀。不纯的金属跟电解质溶液接触时,会发生原电池反应,比较活泼的金属失去电子而被氧化,这种腐蚀叫做电化学腐蚀。金属腐蚀造成的危害甚大,它能使仪表失灵,机器设备报废,桥梁、建筑物坍塌,给社会财产造成巨大损失。

8. 钢铁的析氢腐蚀与吸氧腐蚀的区别:

类型	析氢腐蚀	吸氧腐蚀
条件	水膜酸性较强	水膜酸性很弱或呈中性
负极反应	$\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$	$2\text{Fe} - 4\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$
正极反应	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
反应方程式	$\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$	$2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$ $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + (3-x)\text{H}_2\text{O}$

【解析】析氢腐蚀和吸氧腐蚀的区别主要表现在发生的条件和正极反应式的不同。

9. 镀锌铁板更耐腐蚀。取两块已破损的镀锌铁板、镀锡铁板,分别浸入 NaCl 溶液中,一段时间后,镀锡铁板表面有铁锈生成,而镀锌铁板表面无铁锈生成。由于镀锡铁板中 Fe、Sn 和 NaCl 溶液一起构成了原电池,Fe 作负极,Sn 作正极,负极: $2\text{Fe} - 4\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$, 正极: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ 。反应方程式为 $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$, $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$, $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + (3-x)\text{H}_2\text{O}$ 。而镀锌铁板中 Fe、Zn 和 NaCl 溶液一起构成原电池,Zn 作负极,Fe 作正极,因而无铁锈生成。

【解析】发生电化学腐蚀时,铁为正极的铁板更耐腐蚀。

10. 原理如右图所示,可在管道外涂防腐耐水材料或将管道与直流电源的负极相连,从而防止这类腐蚀的发生。

