

浅析 2016 年高考电化学试题

江苏省扬州市广陵区红桥高级中学 225002 左龙军

笔者通过分析 2016 年若干省市高考化学试题中出现的有关电化学的试题 给出解题思路 分析考察要点 以供一线教师教学、考生高考复习备用。

一、考察要求

在《普通高中化学课程标准》和《2016 年高考考试说明(化学)》中对于电化学有如下要求:(1)举例说明化学能与电能的转化关系及其应用。(2)经历化学能与电能的相互转化的探究过程,了解原电池和电解池的工作原理,能写出电极反应和电池反应方程式。了解常见化学电源的种类及其工作原理。(3)理解金属发生电化学腐蚀的原因、金属腐蚀的危害、防止金属腐蚀的措施,通过实验探究防止金属腐蚀的措施。

二、考察内容

关于电化学的考察主要包括原电池和电解池两大模块,主要考察以下几点。

1. 构成条件

(1)原电池:①电解质溶液;②两个电极;③导线连接的闭合回路;④自发进行。(2)电解池:①电解质溶液或熔融状态下的盐类;②两个电极;③导线连接的闭合回路;④外加电源。

2. 电极要求(有时正负极亦称为阴阳极)

(1)原电池:①正极:较负极不太活泼的金属或可以导电的非金属(碳);②负极:较正极更活泼的金属。(2)电解池:①正极:连接电源的正极;②负极:连接电源的负极。

3. 正负极的反应类型

(1)原电池:①正极:还原反应;②负极:氧化反应。(2)电解池:①正极:氧化反应;②负极:还原反应。

4. 电子流动方向

(1)原电池:负极→正极;(2)电解池:阳极→电源正极;电源负极→阴极。

5. 能量转换

(1)原电池:化学能转化为电能;(2)电解池:电能转化为化学能。

在高考化学电化学试题中有时会将电化学与

其他知识融合在一起考查,一般包括:元素化合物、化学实验、化学计算等。

三、例题精讲

例 1 (2016 年海南理综,10)某电池以 K_2FeO_4 和 Zn 为电极材料, KOH 溶液为电解质溶液。下列说法正确的是()。

A. Zn 为电池的负极

B. 正极反应式为 $2FeO_4^{2-} + 10H^+ + 6e^- = Fe_2O_3 + 5H_2O$

C. 该电池放电过程中电解质溶液浓度不变

D. 电池工作时 OH^- 向负极迁移

答案: AD。

精讲 A. 根据化合价升降判断 Zn 化合价只能上升, 故为负极材料, K_2FeO_4 为正极材料, 正确; B. KOH 溶液为电解质溶液, 则正极电极方程式为 $2FeO_4^{2-} + 6e^- + 8H_2O = 2Fe(OH)_3 + 10OH^-$, 错误; C. 该电池放电过程中电解质溶液浓度减小, 错误; D. 电池工作时阴离子 OH^- 向负极迁移, 正确; 故选 AD。

剖析 这道高考试题给出了一种新的以 K_2FeO_4 和 Zn 为电极材料、KOH 溶液为电解质溶液的原电池, 这类题目在高考化学中比较常见, 需要考生掌握书本上的示例的分析方法。考生需要注意的是反应溶液在酸性条件和碱性条件下的不同, 包括正负极反应方程式中反应离子的不同。

例 2 (2016 年江苏理综, 7) 下列说法正确的是()。

A. 氢氧燃料电池工作时 H_2 在负极上失去电子

B. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{CO}_3$ 溶液加热后, 溶液的 pH 减小

C. 常温常压下 22.4 L Cl_2 中含有的分子数为 6.02×10^{23} 个

D. 室温下, 稀释 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CH}_3\text{COOH}$ 溶液, 溶液的导电能力增强

答案: A。

精讲 A. 氢氧燃料电池工作时 H_2 发生氧化反应, 在负极上失去电子, 正确; B. 升高温度, 促

进碳酸钠的水解,溶液的 pH 增大,错误; C. 常温常压下 22.4 L Cl₂ 中的物质的量小于 1 mol,含有的分子数小于 6.02 × 10²³ 个,错误; D. 室温下,稀释稀醋酸,虽然电离平衡正向移动,自由移动离子的数目增加,但溶液体积的增大起主导作用,自由移动离子的浓度减小,溶液的导电能力减弱,错误。答案选 A。

剖析 这道题目将原电池、化学物质的水解、标准状况以及外界元素对物质的影响、有机酸类的导电性分析等有机结合起来,所涉及的知识较多,需要考生熟练掌握化学中的各个模块。其中 A 选项对于氢氧电池的考察主要考察了原电池正负极的电子移动,考生需要区别的是:在原电池中是负极失去电子,在电解池中是阳极失去电子。

例 3 (2016 年江苏理综,20(1)) 铁炭混合物(铁屑和活性炭的混合物)、纳米铁粉均可用于处理水中污染物。

铁炭混合物在水溶液中可形成许多微电池。将含有 Cr₂O₇²⁻ 的酸性废水通过铁炭混合物,在微电池正极上 Cr₂O₇²⁻ 转化为 Cr³⁺,其电极反应式为_____。

答案: Cr₂O₇²⁻ + 6e⁻ + 14H⁺ = 2Cr³⁺ + 7H₂O

精讲 混合物在水溶液中可形成许多微电池。将含有 Cr₂O₇²⁻ 的酸性废水通过铁炭混合物,在微电池正极上 Cr₂O₇²⁻ 获得电子,被还原产生 Cr³⁺,正极上发生的电极反应式为 Cr₂O₇²⁻ + 6e⁻ + 14H⁺ = 2Cr³⁺ + 7H₂O。

剖析 这道题目看似给出了铁炭混合物这种新物质,但是仔细分析试题,发现考点还是基本的原电池,需要考生分析微电池的化学反应,确定正负极参与反应的物质、尤其是反应的离子。

例 4 (2016 年北京理综,12) 用零价铁(Fe)去除水体中的硝酸盐(NO₃⁻)已成为环境修复研究的热点之一。(1) Fe 还原水体中 NO₃⁻ 的反应原理如图 1

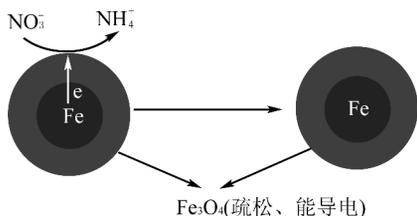


图 1

所示。①作负极的物质是_____。②正极的电极反应式是_____。(2) 将足量铁粉投入水体中,经 24 小时测定 NO₃⁻ 的去除率和 pH,结果如下:

初始 pH	pH = 2.5	pH = 4.5
NO ₃ ⁻ 的去除率	接近 100%	< 50%
24 小时 pH	接近中性	接近中性
铁的最终物质形态		

pH = 4.5 时,NO₃⁻ 的去除率低。其原因是_____。

(3) 实验发现:在初始 pH = 4.5 的水体中投入足量铁粉的同时,补充一定量的 Fe²⁺ 可以明显提高 NO₃⁻ 的去除率。对 Fe²⁺ 的作用提出两种假设: I. Fe²⁺ 直接还原 NO₃⁻; II. Fe²⁺ 破坏 FeO(OH) 氧化层。

①做对比实验,结果如图 2 所示,可得到的结论是_____。

②同位素示踪法证实 Fe²⁺ 能与 FeO(OH) 反应生成 Fe₃O₄。结合该反应的离子方程式,解释加入 Fe²⁺ 提高 NO₃⁻ 去除率的原因:_____。

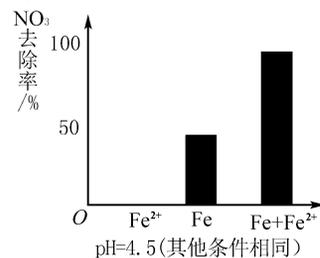


图 2

(4) 其他条件与(2) 相同,经 1 小时测定 NO₃⁻ 的去除率和 pH,结果如下:

初始 pH	pH = 2.5	pH = 4.5
NO ₃ ⁻ 的去除率	约 10%	约 3%
1 小时 pH	接近中性	接近中性

与(2) 中数据对比,解释(2) 中初始 pH 不同时,NO₃⁻ 去除率和铁的最终物质形态不同的原因:_____。

答案: (1) ①铁 ②NO₃⁻ + 8e⁻ + 10H⁺ = NH₄⁺ + 3H₂O; (2) FeO(OH) 不导电,阻碍电子转移; (3) ①本实验条件下,Fe²⁺ 不能直接还原 NO₃⁻; 在 Fe 和 Fe²⁺ 共同作用下能提高 NO₃⁻ 的去除率。②Fe²⁺ + 2FeO(OH) = Fe₃O₄ + 2H⁺, Fe²⁺ 将不导电的 FeO(OH) 转化为可导电的 Fe₃O₄,利于电子的转移。(4) 初始 pH 低时,产生的 Fe²⁺ 充足;初始 pH 高时,产生的 Fe²⁺ 不足。

精讲 (1) 用零价铁(Fe)去除水体中的硝酸盐(NO₃⁻) ①Fe 还原水体中的 NO₃⁻ 的原理图可知,Fe 被氧化作负极; ②正极是硝酸根离子被还原成为铵根离子(NH₄⁺),该溶液为酸性溶液, ▶

警惕阿伏伽德罗常数 N_A 在高考考查中的“陷阱”

江苏省南京市行知实验中学 210000 陈子健

物质的量是高中化学的核心内容,判断一定量(质量、体积、物质的量)的宏观物质含某种指定微粒的数目,即以阿伏伽德罗常数 N_A 的表述呈现的考查方式,此类题型面广,常常在题中设置“陷阱”,学生易错,具有较好的区分度,故在全国各地高考中均保持良好的稳定性和连续性。若要更好、更准确地解决此类试题,尤其要警惕题中设置的“陷阱”,下面举例说明。

例1 (2016届扬州中学3月测试题) 设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值,下列说法正确的是()。

- A. 密闭容器中 2 mol NO 与 1 mol O_2 充分反应后,容器内气体的分子数为 $2N_A$
- B. 用惰性电极电解 $CuSO_4$ 溶液后,如果加入 0.1 mol $Cu(OH)_2$ 能使溶液复原,则电路中转移电子的数目为 $0.2N_A$
- C. 142 g Na_2SO_4 和 Na_2HPO_4 固体混合物中,阴阳离子总数为 $3N_A$
- D. 过氧化钠与水反应时,生成 0.1 mol 氧气转移的电子数为 $0.4N_A$

解析 本题四个选项中从不同角度处处设

陷阱,许多学生都认为选项 A 2 mol NO 与 1 mol O_2 刚好完全反应生成 2 mol NO_2 ,误认为容器内气体的分子数为 $2N_A$,忽视了 NO_2 常温下就存在平衡 $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ 的“陷阱”,所以容器内气体的分子数应小于 $2N_A$,故选项 A 错误。选项 B 中已明确用惰性电极电解 $CuSO_4$ 溶液,根据电解 $CuSO_4$ 溶液方程式: $2CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 \uparrow$,加入 0.1 mol $Cu(OH)_2$ 能使溶液复原, $H_2SO_4 + Cu(OH)_2 \xrightarrow{\text{中和}} CuSO_4 + 2H_2O$,“陷阱”就在加入 0.1 mol $Cu(OH)_2$ 与生成的 H_2SO_4 反应生成 0.2 mol H_2O ,而电解消耗的水是 0.1 mol,则 $CuSO_4$ 全部电解,还要电解 0.1 mol,所以电路中转移电子的数目为 $0.4N_A$,选项 B 错误。选项 C 中以 Na_2SO_4 和 Na_2HPO_4 固体混合物,不会分析比较的考生无从下手,另对 Na_2HPO_4 误认为有 Na^+ 、 H^+ 、 PO_4^{3-} ,实际上固体中含的 2 个 Na^+ 、1 个 HPO_4^{2-} 共 3 个离子, Na_2SO_4 和 Na_2HPO_4 的摩尔质量均为 142 g/mol, 142 g Na_2SO_4 和 Na_2HPO_4 固体混合物计算物质的量为 1 mol,阴阳离子总数为 $3N_A$,故选项 C 正确。选项 D 由方程式 $2Na_2O_2 + 2H_2O \xrightarrow{\text{反应}} 4NaOH + O_2 \uparrow$ 转移

生在复习预习的过程中没有遇到过的,需要考生自己分析题目给出的信息,分析实验现象。这道题目有效地考察了考生的读图能力以及信息提取能力,难度较大,但是只要考生熟练掌握教材中的基本知识,认真分析题目中的信息,同样可以快速准确的做答。

四、学习攻略

分析以上几例高考电化学试题,不难发现,高考中和电化学有关的出题和教材上的基础知识紧密联系,同时会将电化学与社会热点问题紧密衔接,主要包括新能源、环境保护、工业生产等问题;还会与中学化学中的其他知识相融合,主要包括离子水解、化学反应中的能量变化、有机化学等。

笔者结合自己多年的高三教学经验,提出以下几点学习建议:(1) 熟练掌握基础知识。(2) 总结电化学中的知识点。(3) 加强与电化学有关的专题训练。

(收稿日期:2016-07-15)

剖析 这道题目主要考察了电化学的反应原理,同时还考察了氧化还原反应,离子的水解以及 pH 的问题。这道题给出的图比较多,基本上都是考