

高考中的“宠儿题材”——新型电池

江苏省泰兴市第三高级中学 225400 吴 健

化学反应中的能量变化是中学化学教材体系的另一条主线, 其中之一的化学能与电能相互转化是日常生活、工农业生产联系最广的一种, 因此新型电池成为高考题材中的“宠儿”, 以新型电池为载体考查了学生对电化学原理及其应用的掌握程度。由于题材新、陌生度高, 综合性强, 有些学生的知识容量有限, 难以识别和理解, 有一定的难度和区分度。本文举例说明仅就以新型电池来考查原电池工作原理的考查形式。

例 1 一种微生物燃料电池如图 1 所示, 下列关于该电池的说法正确的是()。

- A. a 电极发生还原反应
- B. H^+ 由右室通过质子交换膜进入左室
- C. b 电极反应式为 $2NO_3^- + 10e^- + 12H^+ \rightleftharpoons N_2 \uparrow + 6H_2O$
- D. 电池工作时, 电流由 a 电极沿导线流向 b 电极

解析 本题以微生物燃料新型电池考查原电池工作原理, 考查了正负极的判断、两极上反应类型、电池内电路(电

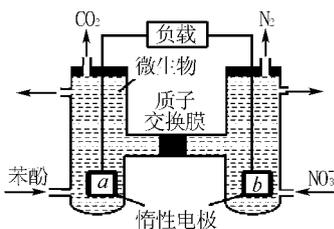


图 1

解质溶液中) 阴阳离子的移动方向、外电路电流的方向和电极方程式的书写。正负极判断依据氧化还原反应原理, 化合价升高, 失去电子的一极是负极, 被氧化, 发生氧化反应。由 b 电极上由 NO_3^- 变成 N_2 , N 元素的化合价降低, 可判断 b 电极为正极, 发生还原反应, 推出 a 电极为负极, 发生氧化反应, 故 A 错误; 电池内电路电解质溶液中阳离子向正极移动, 阴离子向负极移动, B 选项中 H^+ 应从左室通过质子交换膜进入右室, 故 B 错误; C 选项考查了电极方程式的书写, b 电极为正极, 得电子, 又符合酸性介质, b 电极的电极反

应式为: $2NO_3^- + 10e^- + 12H^+ \rightleftharpoons N_2 \uparrow + 6H_2O$, 故 C 正确; 电池外电路电子的流向是由负极通过导线流向正极, 电流方向正好相反, 故 D 错误。

答案: C

例 2 某电化学气敏传感器的工作原理如图 2 所示, 下列说法正确的是()。

- A. b 极为负极
- B. a 极的电极反应式为 $2NH_3 + 3O^{2-} - 6e^- \rightleftharpoons N_2 + 3H_2O$
- C. 反应消耗的 NH_3 与 O_2 的物质的量之比为 4:5
- D. 该传感器在工作过程中 KOH 的物质的量不变

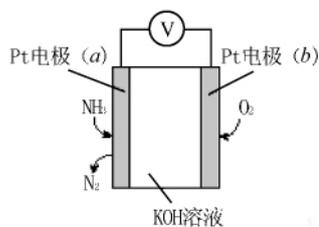


图 2

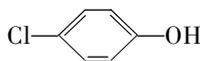
解析 本题以电化学气敏传感器的工作原理为载体进行考查。A 选项考查电极判断, b 电极通入的 O_2 是氧化剂, 反应中是得到电子, b 极为正极, 故 A 错误; 图中以 KOH 溶液作电解质溶液, 不可能存在 O^{2-} , 没有考虑到离子的存在形式, 故 B 选项错误; C 选项考查了反应物之间的物质的量比, 只是写出电池总反应方程式就可判断, 电池总反应方程式为:



则 NH_3 与 O_2 的物质的量之比为 4:3, 故 C 选项错误。从总反应方程式中来看没有消耗 KOH , 产物是 N_2 和 H_2O , 故 KOH 的物质的量不变, 但需注意的是 KOH 的物质的量浓度是因为有水生成而降低的。故选 D。

答案: D

例 3 现在污水治理越来越引起人们重视, 可以通过膜电池除去废水中的乙酸钠和对氯苯酚



其原理如图 3 所示, 下列说法正确的是()。

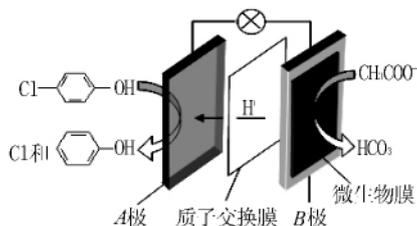
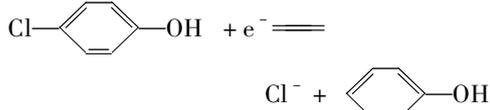


图3

A. 电流方向从 B 极沿导线经小灯泡流向 A 极

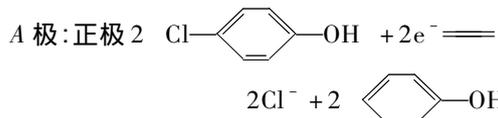
B. A 极的电极反应式为:



C. 当外电路中有 0.2 mol e^- 转移时,通过质子交换膜的 H^+ 的个数为 $0.2N_A$

D. B 极为电池的正极,发生还原反应

解析 本题中的新型电池以现实工业生产中除去含乙酸钠和对氯苯酚污水处理,并以有机污染物为原料设计的新型电池,学生对共价键理解不深,有机物中元素的化合价判断是学生的一个难点,其实只要采用整体法,依据中性微粒的化合价代数和为零的原则,常见元素的化合价以常规来处理,计算出碳元素的化合价,不管碳元素的真实化合价是多少,可用分数表示,根据碳元素化合价的变化来判断正负极及电极方程式的书写。如 A 极中对氯苯酚的分子式 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OCl}$ 中碳元素的化合价可计算为 $-1/3$,苯酚中碳元素的化合价,计算为 $-2/3$,则 A 极中碳元素化合价降低,得电子,故 A 极为正极,同理 B 极 CH_3COO^- 中碳元素化合价为 0 价, HCO_3^- 中碳元素化合价为 +4 价,则 B 极中碳元素化合价升高,失电子, B 极为负极。可写出电极方程式:



A 选项考查的外电路电流方向是正极通过导线流向负极,故 A 选项错误;B 选项转移 $2e^-$,错误;一个电子与一个 H^+ 都带一个单位电荷,所以 C 选项当外电路通过 $0.2\text{mol } e^-$ 时,内电路中有 $0.2\text{mol } \text{H}^+$ 通过质子交换膜, C 选项正确。D 选

项 B 极为电池的负极,错误。答案:C。

例 4 H_2S 废气资源化利用途径之一是回收能量并得到单质硫。反应原理为:

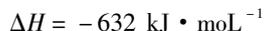
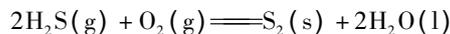


图 4 为质子膜 H_2S 燃料电池的示意图。下列说法正确的是()。

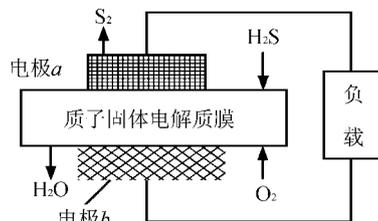


图4

A. 电极 a 为电池的正极

B. 电极 b 上发生的电极反应为: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$

C. 电路中每流过 4 mol 电子,电池内部释放 632 kJ 热能

D. 每 34 g H_2S 参与反应,有 2 mol H^+ 经质子膜进入正极区

解析 本题结合 H_2S 废气资源化利用和化学反应与热能的变化设计的新型电池,结合电池总反应方程式,图中电极 b 通入的 O_2 是氧化剂,得电子,电极 b 是正极,电极 a 通入的 H_2S 是还原剂,电极 a 是负极,选项 A 错误。选项 B 的电极方程式是在碱性条件下,而题中给出的是质子交换膜, B 选项错误。选项 C 对原电池的概念不清,原电池是把化学能转化为电能的装置,所以电路中每流过 4 mol 电子,有 632 kJ 的化学能转化为电能,故选项 C 错误。选项 D 中 34 g 的 H_2S 刚好是 1 mol, 1 mol H_2S 的硫从 -2 价升高到 0 价,转移的电子数为 2 mol,所以电池的内电路电解质溶液中有 2 mol H^+ 经质子膜进入正极区,所以选项 D 正确。答案:D。

这种题型虽然题材新,来源广范,时代性强,备受命题者青睐,看上去起点高,实质上落点低,仍然考查的是中学所学的原电池的基础知识和基本工作原理,只要掌握了相关知识和原理,问题就可迎刃而解。

(收稿日期:2016-07-15)