

基于问题构建的高三化学整体教学策略

——以高三总复习“电化学”为例

福建省南安市侨光中学 陈荣聪

摘要 以高三总复习“电化学”为例，就如何基于问题构建对高三化学整体教学进行探讨，认为采用整体教学策略，以问题为线索，有利于逐一突破学生的学习盲区，强化学科观念在总复习中的形成和建构。

关键词 问题构建；整体教学策略；电化学；高三总复习

笔者所在学校被授予省第二批化学学科基地校，同时推动了“基于化学学习能力培养“问题式”教学实践研究”课题的开展，恰逢高考回归全国统考之际，教研组高度重视，在研究高考的同时，提出了整合教学资源，基于问题构建的整体教学体系。整体教学是指依据课标、教材、学生的认知特点和知识逻辑，重视知识的内在联系，将混杂内容进行有序排列，构建有效的知识体系，降低学生学习的难度。整体教学关注知识点学习目标和任务的内在联系，学科体系和学科观念的整体构建，能较好的提高课时教学效益，强调教学目标全面性、教学内容和教学过程的系统性设计。因此，整体教学注重学习的方法与技能的培养，更加重视能力目标的达成。本文以高三总复习“电化学”为例，就如何基于问题构建对高三化学整体教学进行探讨。

一、本专题的设计思路

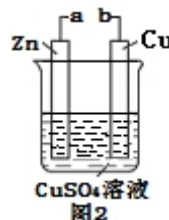
纵观《化学2》《化学反应原理》教材设计思路，结合高三总复习的要义，站在学科思想方法、观念的高度进行整合，统摄全局，在复习知识的基础上，深挖学生概念、原理的盲区，注重方法技能的培养，着重提升化学学习能力。我们可以从四个方面分析电化学。其一，能量转化观（电能、热能、化学能等）；其二，物质转化观（氧化剂、还原剂及其性质）；其三，微观本质（电子得失）和宏观特征（化合价升降）；其四，价值观（电池、电解精炼、电镀、氯碱工业、金属冶炼、金属防腐等）。为此，我们将电化学建构在氧化还原反应之上，用氧化还原反应看待电化学教学，建立如图1教学范式，（即自由电子和阴阳离子的定向移动形成电流，阴离子在A极聚集，并依据A极及附近微粒的还原性强弱判断在A极失去电子的微粒是什么，从而确定A极反应物及反应产物，结合A极周围的溶液环境进行配平书写电极反应式。B极同理。），以例题为依托以问题为线索，从上述四个方面，结合课标、考纲，以及学生知识、技能、能力的培养目标逐一突破。



三、教学设计过程

例1：若图2装置为铜锌原电池，工作时，下列叙述正确的是（ ）

- A. 锌极为正极
- B. 电子从Zn极流向Cu极，再经溶液流回Zn极
- C. 溶液中 SO_4^{2-} 移向Cu极
- D. 电池反应为： $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$



【问题1】(1)电流是如何形成的？

(2)仔细阅读图2，若a、b连接外电源，请分析电子、离子流向，电极反应等相关问题。结合图1，你能从图中提取哪些与原电池、电解池相关的信息呢？

(3)哪些微粒能在A极上失去电子？又是哪些微粒在B极上得到电子？依据是什么？

(4)什么是放电顺序？又是依据什么原理来排列放电顺序的？

【设计意图】例1考查学生对原电池工作原理的分析能力，通过分析引导学生建立图1的解题范式。

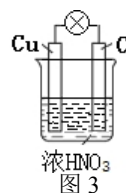
(1)回顾旧知识,且能加强学科间的联系,在理解了电流形成的微观实质同时,掌握电化学的微观本质(电子转移)。

(2)结合已学知识提取相关电子得失、转移、离子移动、电极名称等相关信息,结合氧化还原反应观建立图1范式,并将其应用于有关电化学的绝大多数题目中。

(3)、(4)为将在A极、B极上得失电子微粒的放电顺序引向氧化剂、还原剂得失电子能力上来,为用氧化还原反应观解电化学做准备。

【问题2】阴离子均不能在正极或阴极上得到电子吗?

例2:如图3装置,能构成原电池吗?若能,指出电极名称并写出电极反应式。



【学生思维障碍】因没能深刻理解放电顺序依据的是微粒的氧化性还原性能力强弱,且受限于放电顺序中没有出现 NO_3^- ,大多数学生仍然认为是 H^+ 在碳极上得电子,忽略了在 H^+ 的作用下 NO_3^- 具有强氧化性。

【设计意图】放电顺序是中学教师在教学过程中的经验总结,是片面的,缺乏科学性和普适性,没有考虑外界条件变化对微粒性质的影响。近年高考题中更加重视知识的科学性和应用性,已经不断地有意识的突破过去教师的片面经验在教学考试中的应用与考查。因此,务必让学生明确氧化还原性强弱才是判断的关键。在原电池中,可作为负极失去电子的材料有活泼金属、燃料等具有较强还原性的物质,可作为正极得到电子的材料为具有较强氧化性的物质,两者在一定条件下一般能自发发生氧化还原反应。

【问题3】任何条件下,含氧酸根离子的放电能力都弱于 OH^- 吗?在水溶液中, Zn^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Pb^{2+} 等能先于 H^+ 在阴极上放电吗?

【变式训练1】惰性电极电解锰酸钾溶液制取高锰酸钾溶液,阳极的电极反应式为_____,总反应方程式为_____。

【变式训练2】工业上用电解 NH_4HSO_4 水溶液的方法制备过氧化氢。电解时先获得 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$,而后水解可得 H_2O_2 。阳极的电极反应式为_____,阴极的电极反应式为_____。

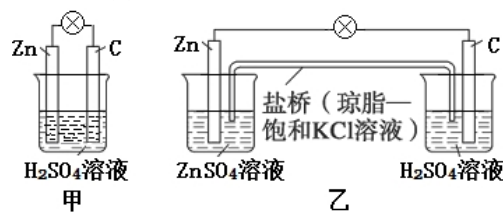
【设计意图】物质的氧化性和还原性强弱受外界条件如温度、压强、浓度、溶液的酸碱性等物质所处环境的影响,不能死记硬背。一定条件下,如 Fe^{2+} 、 CO 、 MnO_4^{2-} 、 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_2$ 、 SO_2 、 NO_2 、 SO_4^{2-} 等等均可能作为电池的负极或电解池的阳极反应物, Zn^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Pb^{2+} 等均可能在电解池的阴极上先于 H^+ 放电。

【变式训练3】如图4装置,可在Fe极上镀锌,请分析电子转移及离子移动方向,写出电极反应式。



例3:仔细观察、分析图5中甲、乙两原电池。

【问题4】(1)甲池锌极、碳极均有 H_2 产生,为什么?(2)乙池碳极有 H_2 产生,而锌极没有 H_2 产生,为什么?(3)甲池锌失去的电子能全部向导线转移吗?乙池呢?(4)从实验现象可以得出电流效率更高的是哪一电池?(5)盐桥中 K^+ 向哪里移动?烧杯中 NO_3^- 能向盐桥中移动吗?

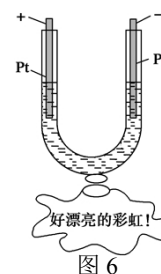


【学生思维障碍】多数学生认为盐桥中离子能流出进入溶液中,溶液中的离子自然也能流进盐桥中;没有理解电解质溶液浓度和阴阳离子式量对离子迁移产生的影响。

【设计意图】盐桥选用溶解度大的电解质,由于盐桥内外浓度差大,外界离子难以迁移进盐桥中;阴阳离子式量相近、电荷相等,则使离子的迁移速率尽量相等;采用盐桥可以将氧化反应和还原反应分隔在不同区域,使电子的利用率大大提高。

【问题5】原电池(电解池)工作时,阴离子和阳离子均分别聚集在负极(阳极)和正极(阴极)吗?

例4:如图6所示,在一U形管中装入含有紫色石蕊的 Na_2SO_4



试液，通直流电，一段时间后 U 形管内会形成一个倒立的三色“彩虹”，从左到右颜色的顺序是

- A. 蓝、紫、红 B. 红、蓝、紫 C. 红、紫、蓝 D. 紫、红、蓝

【学生思维障碍】学生依据电子流向及阴阳离子的迁移方向，认为溶液中原有的或反应新生成的阴离子都迁移向阳极（负极）附近，阳离子反之迁移向阴极（正极）附近，阳极附近呈碱性为蓝色，阴极附近呈酸性为红色，中间区域呈中性为紫色。

【设计意图】通过实验，让学生较为深刻的理解离子的迁移量与电流大小、时间成正比，并不是瞬间聚集的。故随着时间推移，离子主要呈现如“|||”式变化的，正如本例中阳极发生反应 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ ，反应新生成 H^+ 的浓度在阳极区域最高，向阴极区逐渐移动，呈现“|||”变化，所以阳极区遇石蕊呈红色。同理，阴极区呈蓝色，中间区呈紫色。

【变式训练 4】如图 7 所示，按要求作答。

(1)若闭合 K_1 ，断开 K_2 ：电极 a 为____极，盐桥中 K^+ 移向池（填“甲”或“乙”），a 电极反应式为____，若向乙池中滴加几滴酚酞试剂，乙池中的现象为____。

(2)一段时间后，闭合 K_2 ，断开 K_1 ：电极 b 为____极，电子的流向为____（以“abcd、→”表示），b 电极反应式为____。

【学生思维障碍】其一，学生忽略了电解生成的 H_2 、 O_2 会吸附在多孔石墨棒上，断开 K_1 闭合 K_2 时构成了氢氧燃料电池。因此而找不到能参与反应的微粒；其二，忽略了电解时 a 极附近聚集了较多的 H^+ ，b 极附近聚集了 OH^- ，因而书写电极反应时配平出错。

【设计意图】明确离子移动与聚集问题，以及电极反应书写与电解质环境(如酸碱性)的重要关系。

【问题 6】相同微粒构成的原电池中，溶液中离子浓度等条件的改变能使电池的方向发生改变吗？

例 5 某实验小组依据反应 $\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{AsO}_3^{3-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 设计如图 8 原电池，探究 pH 对 AsO_4^{3-} 氧化性的影响。测得电压与 pH 的关系如图 9。下列有关叙述错误的是

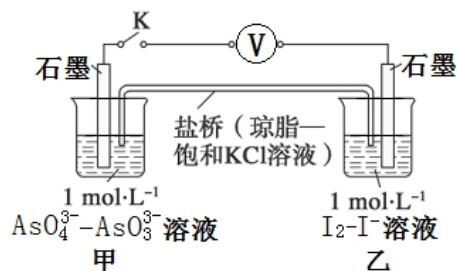


图 8

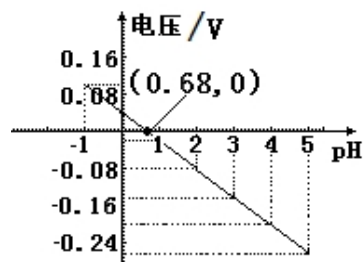


图 9

- A. 调节 pH 可以改变反应的方向 B. pH=0.68 时，反应处于平衡状态
C. pH=5 时，负极电极反应式为 $2\text{I}^- - 2\text{e}^- = \text{I}_2$ D. pH>0.68 时，氧化性 $\text{I}_2 > \text{AsO}_4^{3-}$

【设计意图】温度、压强、浓度、溶液 pH 等均有可能影响着反应的方向或反应进行的程度，即条件的变化对微粒氧化性还原性有一定的影响。

【问题 7】蓄电池充放电过程中电极反应有何区别与联系？充电时电极是如何连接的呢？

【变式训练 5】铁镍蓄电池放电时的总反应为： $\text{Fe} + \text{Ni}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{Ni}(\text{OH})_2$ 。则(1)电池的电解液为____溶液（填“碱性”、“酸性”或“中性”）；(2)放电时，负极为____，电极反应为____；(3)充电过程中，电池负极的电极反应为____，其附近溶液的 pH（填“升高”、“降低”或“不变”），电池负极应连接外电源的____极。

【设计意图】明确电池放电和充电互为逆反应，能依据反应方程式推

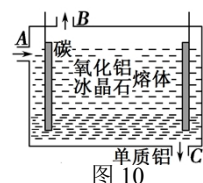


图 10

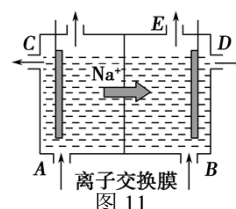
断电池的环境，并书写电极反应式。

例 6: 模拟工业上炼铝的装置如图 10。则冰晶石 (Na_3AlF_6) 的作用是____, 在电解过程中, Al_2O_3 和碳块要定期补充, 补充碳块的原因是____ (请结合方程式说明), 可以从槽底部汲出液态 Al, 其原因是____。

【设计意图】电解法冶炼活泼金属是活泼金属单质获得的重要途径之一, 不同金属的冶炼常常具有许多共同的特点。电解质中加入更为活泼的金属盐可以降低电解质的熔点(如电解熔融 NaCl 时可以加入 KCl 、 CaCl_2 等)减少能耗, 改变熔体密度利于分离; 高温条件下常伴随副反应的发生, 碳电极容易和氧气反应而不断损失。

【问题 9】氯碱工业中交换膜的作用是什么?

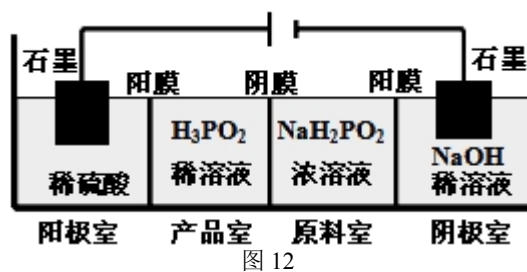
例 7: 图 11 为阳离子交换膜法电解饱和食盐水原理示意图。则从 E 口逸出的气体是____; 从 A、B 口添加的物质分别是____, 作用分别是____; 从 C、D 口排出的物质分别是____; 阳膜的作用有____。



【设计意图】氯碱工业是电化学的重要应用之一, 特别是交换膜的使用更是工业生产不可或缺的。让学生深刻理解阳膜的应用原理以及氯碱工业生产原理, 对掌握电化学原理及其应用有重要的作用。

【变式训练 6】 H_3PO_2 也可用电渗析法制备“四室电渗析法”工作原理如图 12 所示(阳膜和阴膜分别只允许阳离子、阴离子通过)。

(1) 写出阳极的电极反应____。(2) 分析产品室可得到 H_3PO_2 的原因____。(3) 早期采用“三室电渗析法”制备 H_3PO_2 : 将“四室电渗析法”中阳极室的稀硫酸用 H_3PO_2 稀溶液代替, 并撤去阳极室与产品室之间的阳膜, 从而合并了阳极室与产品室。其缺点是产品中混有____杂质, 该杂质产生的原因是____。



三、结语

电化学是氧化还原反应的重要应用之一, 通过对电化学的整体分析和设计, 采用整体教学策略, 将电化学的学习建构在氧化还原反应之上, 选择电化学的应用实例, 以问题为线索, 围绕能量转化、物质转化、微观本质和宏观特征三大方面展开, 不断重复应用图 1 解题范式, 逐一突破学生的学习盲区, 强化学科观念在总复习中的形成和建构。