

氧化还原反应在化学电源复习课中的应用

——以《化学电源正负极判断》一轮复习为例

孟丽红

玉溪市玉溪第一中学 云南 玉溪 653100

[摘要]面对化学电源相关试题的陌生情境,学生往往会无从下手,进而产生畏惧心理难以得分。因此,在复习课中,通过精选高考试题,设置问题串,层层递进,引导学生找到氧化还原反应知识与化学电源之间的关联,建立思维模型,形成关键能力,培养学科核心素养。

[关键词]化学电源;正负极;氧化还原反应;思维模型

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.09.265

1 教学内容价值分析

电化学属于高考中的必考题,试题情境一般是化学领域最新的科研成果,一方面突出了化学学科的应用性,发挥了学科育人功能,落实了立德树人的教育根本任务^[1]。另一方面,试题陌生度高,图文并茂,需要学生获取信息,分析信息,应用信息解答,导致学生面对试题时产生畏惧心理,不易得分。

氧化还原反应作为高中化学的重要内容,学生在元素及其化合物的学习中不断应用,到高三时已经能够熟练判断氧化剂、还原剂、氧化反应、还原反应等。由于化学电源是依据自发的氧化还原反应设计而成,电源内部有电子流动,即有物质得或失电子,也就有化合价的升与降,因此氧化还原反应知识与电化学内容是紧密关联在一起的。本课基于课程标准对化学反应与电能的基本要求(了解原电池及常见化学电源的工作原理),梳理出学生已经掌握的氧化还原反应知识与正负极判断的关联,有利于学生建立化学电源的认知模型,并能运用模型分析解决问题。

2 教学创新点

《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》指出学业水平考试的命题原则是:以核心素养为测试宗旨,以真实情境为测试载体,以实际问题为测试任务,以化学知识为解决问题的工具^[2]。也就是说每一道高考试题都是经过命题组专家精雕细琢的,其中既包含真实的化学学科情境,又能通过实际问题考查学生化学知识掌握的能力水平,还能测评出学生的核心素养水平。因此可以说,高考试题就是最好的复习资料。基于此,本节课梳理了不同套、不同年份的高考试题中与电源正负极判断有关的题目,按照教学设计思路逐一呈现给学生,层层递进,让学生深刻体会化学电源正负极判断与氧化还原反应知识间的关系。同时,学生也能自己感受到高考的考察方式,进而建立化学电源的解题模型,有利于培养“证据推理与模型认知”的学科核心素养。

3 教学过程

3.1 回归经典,打牢基础

[引课]投影近五年全国III卷电化学考题分析

[教师]从表中可以看出,电化学试题年年考,考点主要围绕电极名称的判断、离子移动的方向、电极反应式的判断及书写、计算四个方面,这节课要解决的即是第一点——如何判断正负极。

[任务1]标出Cu-Zn-H₂SO₄原电池正负极,电子、离子移动的方向,完成原电池工作原理示意图。

[学生]因为Zn比Cu活泼,所以Zn做负极。锌失电子后,这极相对带正电,吸引溶液中阴离子迁移过来。铜做正极,电子来到正极,这极相对带负电,所以吸引溶液中阳离子迁移过来。

[教师]除了根据电极材料活泼性判断正负极,还有什么方法?

[学生]电极现象,电子流向,电极反应,离子移向。

3.2 梳理知识,系统升级

[任务2]根据电极材料活泼性,我们可以快速判断出Cu-Zn-H₂SO₄原电池的正负极。运用同样的方法,再来快速判断C-Zn-H₂SO₄、Fe-Cu-H₂SO₄、Fe-Cu-FeCl₃原电池的正负极。

[学生]第三个原电池有的说Fe做负极,有的说Cu做负极。

[教师]铜会与氯化铁反应吗?铁会与氯化铁反应吗?做负极,体现的是物质的氧化性还是还原性?两个还原剂遇到同一个氧化剂,谁来反应?

[学生]会反应;还原性;还原性强的来反应,所以应该是铁做负极

[结论]活泼金属作负极。

[追问]再判断Mg-Al-NaOH、Fe-Cu-浓HNO₃两个原电池的正负极

[学生]第一个Al做负极,因为Al会与NaOH反应;第二个Cu做负极,因为Fe常温下在浓硝酸中钝化,阻止反应发生,所以是较不活泼的铜作负极

[启发]那之前说的活泼金属做负极错了吗?

[学生]实际参与反应的金属单质作负极!金属无负价,金属单质在化学反应中只可能失电子体现还原性,做负极

[总结]电池的形式多变,但本质都是一样的,有一个自发进行的氧化还原反应。所以,用电极材料活泼性判断正负极不一定正确,应该去找自发进行的氧化还原反应。依据一:找自发进行的氧化还原反应

[教师]那根据电极现象判断正负极,是否所有的电池都成立?

[学生]不一定

[教师]为什么?能不能举个例子

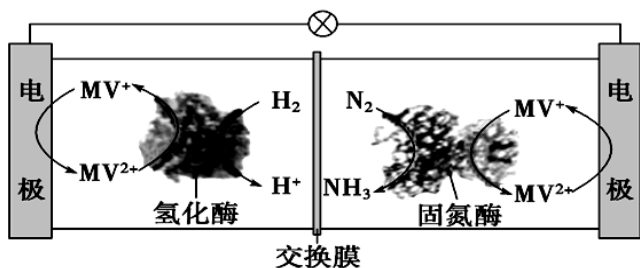
[学生]比如H₂-O₂-燃料电池,两个电极均采用疏松多孔的石墨电极

[教师]对,那该如何判断正负极?

[学生]燃料电池中自发进行的氧化还原反应是燃烧反应,O₂做氧化剂,得电子,所以O₂在正极反应,则H₂在负极反应。

[总结]燃烧反应直接找通氧气的一极即可，为正极。

[任务3]再来看下面这个燃料电池，它没有 O_2 参与反应，又该如何判断？2019全国I卷改编：利用生物燃料电池原理研究室温下氨的合成，电池工作时 MV^{2+}/MV^+ 在电极与酶之间传递电子，示意图如下所示。判断正负极。



[学生]从图中分析，离子在左边电极失电子，所以左边电极是负极，则右边电极是正极。

[教师]也就是说看图找得失电子的物质，这就是氧化还原反应的知识。

[小结]用电极现象判断正负极不一定准确，通 O_2 的一极做正极来判断也不一定准确。得电子的一极是正极，失电子的一极是负极，是一定准确的。这就是依据二：找得失电子物质。

[追问]如果题目中直接给了氧化还原反应，该如何判断正负极？比如银锌纽扣电池。

[学生]标化合价。 Zn 化合价升高，所以失电子做负极， Ag_2O 中 Ag 化合价降低，所以得电子做正极。

[任务4]判断正负极：

1. 2011年全国卷：铁镍蓄电池又称爱迪生电池，放电时的总反应为：



2. 2011年福建卷：研究人员研制出一种锂电池，可作为鱼雷和潜艇的储备电源。该电池以金属锂和钢板为电极材料，以 $LiOH$ 为电解质，使用时加入水即可放电。

[学生] 1. Fe 做负极， Ni_2O_3 做正极；2. 锂做负极，钢板做正极。

[小结]依据三：找化合价升降。观察我们得出的三条依据，就会发现得失电子是氧化还原反应的本质，化合价升降就是氧化还原反应的特征。

3.3 学以致用，举一反三

[任务5]2016年四川卷：某电动汽车配载一种可充放电的锂离子电池，放电时电池总反应为： $Li_{1-x}CoO_2 + Li_xC_6 \rightleftharpoons LiCoO_2 + C_6$ ($x < 1$)。判断正负极。

[学生] C_6 做产物，是单质，应该是零价。反应物中 Li_xC_6 中 Li 一定是正价， C_6 即为负价，所以 Li_xC_6 失电子，做负极。

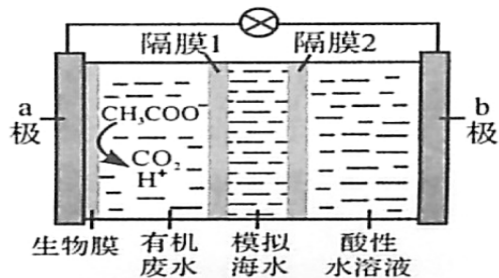
[解释]除了这种判断方法，还可以把陌生的 Li_xC_6 中两种元素均标为零价，再来分析。只要化合价代数和为零，标几价其实都可以。

[任务6]2020年1月浙江卷：某Garnet型锂电池工作原理如图所示，电池工作反应原理为： $C_6Li_x + Li_{1-x}LaZrTaO \rightleftharpoons LiLaZrTaO + C_6$ 。判断正负极。

[学生] C_6Li_x 做负极， $Li_{1-x}LaZrTaO$ 做正极。

[任务7] 2020年山东卷：微生物脱盐电池是一种高效、经

济的能源装置，利用微生物处理有机废水获得电能，同时可实现海水淡化。现以 $NaCl$ 溶液模拟海水，采用惰性电极，用下图装置处理有机废水（以含 CH_3COO^- 的溶液为例）。



[学生]直接标 CH_3COO^- 的化合价，发现 C 的化合价升高，所以这极失电子，做负极。

[启发]除此之外，有机化学中如何判断氧化反应和还原反应？

[学生]失氢或得氧的过程叫氧化，对应到电池中，发生氧化反应的一极就是负极，反之则为正极。

[评价]标化合价的方法有很多，可以将平时各个模块的内容融会贯通。

[教师]最后再来看，根据带电粒子的移动方向判断正负极。请问，哪些粒子带电？如何移动？这种判断是否会出现例外？

[学生]电子、阴阳离子，电子从负极移向正极。离子朝带相反电荷的一极移动。没有例外。[引导]离子移动的本质是正负电荷相互吸引，同时一定要注意电子不下“水”，离子不上“岸”！

[总结]依据四：找离子迁移方向。

3.4 得出结论，拨云见日

[总结提升]分析了这么多原电池，从单液到双液到隔膜电池，从纽扣电池到锂离子电池，其本质原理都是氧化还原反应的相关知识，即得失电子，化合价升降。在学习时要透过现象看本质，抓住问题的关键，建立解题的模型。

4 教学反思

模块融合，建构模型。建构模型，旨在让学生通过分析、推理等手段，研究知识内在的特征及相互关系，搭建模型，利用模型认识现象的本质和规律^[3]。氧化还原反应是高中化学的重要理论，更是一种重要的学习工具。电化学难度相对较大，如果能够把氧化还原反应这个工具应用于电化学的学习中，将这两个模块进行整合，建立思维模型，一方面可以降低电化学的学习难度，尽管情境新颖，但学生能够立刻找到突破口，化难为易。另一方面，模块间的融合也可以给学生带来启迪，尽管高中化学知识庞杂，但是很多内容是相通的，很多模块是可以整合在一起的，这样就可以自己将厚书读薄。

参考文献

[1]单旭峰.基于高考评价体系的化学科考试内容改革实施路径[J].中国考试,2019(12)

[2]中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订).北京:人民教育出版社,2020.

[3]施俊芳.模型建构的新型电化学装置选择题解题策略[J].数理化解题研究,2020(19).