

高中生模型认知发展水平的测评研究

——以电化学主题为例

雷香归

宁夏师范大学化学化工学院

DOI:10.12238/mef.v7i12.9743

[摘要] 依据《普通高中化学课程标准(2017年版)》中界定的“模型认知”素养表现水平,结合电化学知识内容特点,确立了高中生电化学模型认知发展水平评价指标,并以此编制了测量工具,运用Rasch模型进行检测和优化。用该测量工具对181名高二学生电化学模型认知水平进行测量,结果显示学生整体上位于水平2,对组合型电池模型的认知水平较低,根据学生的具体表现提出了相关教学建议。

[关键词] 模型认知; Rasch模型; 电化学; 测量与评价

中图分类号: P734.3+3 **文献标识码:** A

Assessment of model cognitive development in high school students

——A case study of electrochemistry

Xianggui Lei

School of Chemistry and Chemical Engineering, Ningxia Normal University

[Abstract] According to the performance level of "model cognition" defined in Chemistry Curriculum Standards for Senior High School (2017 edition), combined with the characteristics of electrochemical knowledge content, an evaluation index of cognitive development level of electrochemical model for senior high school students was established, and a measuring tool was developed to detect and optimize it using Rasch model. The cognitive level of electrochemical model of 181 sophomore high school students was measured by this measuring tool. The results showed that the students were at level 2 on the whole and had a low cognitive level of combination-type battery model.

[Key words] model cognition; Rasch model; Electrochemistry; Measurement and evaluation

引言

化学模型是物质的结构、组成、变化、性质等相关的实际问题或实际情境的抽象和概括,抽象和概括的目的就是为了抓住主要因素,忽略次要因素,突出本质要素^[1]。“模型认知”是指利用模型认识事物或通过建构模型解决问题的方法,是对原型的类比,反映对特定模型的认知心理学特点。按照代表和反映原型的方式,模型可以分为物质模型和思想模型。物质模型是以某种程度、形式相似的模拟实体再现原型,思想模型是客观事物在人的头脑中的抽象反映形式,包括想象模型、符号模型、数学模型等^[2]。

“模型认知”是高中化学学科核心素养的重要维度,《普通高中化学课程标准(2017年版)》(以下简称课程标准)将“模型认知”素养描述为“知道可以通过分析、推理等方法认识研究对象的本质特征、构成要素及其相互关系,建立认知模型,并能

运用模型解释化学现象,揭示现象的本质和规律”。已有文献中对“模型认知”的研究主要集中在培养与发展^[3]、教学案例设计以及试题分析^[4]等方面,对学生模型认知水平测量的研究较为匮乏。对学生的“模型认知”素养达成水平进行准确测量与评价,是教师针对不同模型认知水平的学生展开教学,找到合适的路径和方法来发展学生建构、运用模型能力的起点,有助于针对性地开展落实化学学科核心素养培养目标的教学。

1 评价指标的确立

从模型认知的视角来看,电化学中包括识别实物模型、原理模型、符号模型、数学模型等,蕴含着建构模型、完善模型、应用模型等模型认知阶段^[5]。本研究根据课程标准中对“模型认知”素养四个水平具体要求,结合电化学的知识内容特点,将电化学模型认知划分为五个水平,并确立了电化学模型认知水平评价指标,见表1。

表1 电化学模型认知水平评价指标

水平	电化学模型认知素养水平
水平1以下	不具备电化学模型意识,依据已有经验对电化学相关问题进行判断
水平1	具有电化学模型意识,能够通过能量转化形式,以及氧化反应原理,识别常见电化学模型
水平2	能理解和描述常见的电化学模型要素,可以判断装置的电极以及电极上的放电物质,知道电子、电流、离子的移动方向,运用电化学理论模型解释相关现象
水平3	能认识到电化学理论模型与研究对象之间的异同,判断电化学理论模型使用的条件和适用范围,书写电极反应方程式,对电化学模型进行表征
水平4	能对复杂问题情境中的关键要素进行分析以建构相应的模型,能选择不同模型综合解决问题,能利用电荷守恒的思想进行定量计算

2 测量工具开发

2.1模型选取。依据人教版《化学反应原理》(选修4)教材和2017版课程标准对电化学模块内容进行梳理,提炼出三个电化学模型,依次为:原电池模型、电解池模型、组合型电池模型。

2.2测量工具的形成。根据电化学模型认知水平评价指标和选取的电化学模型,编制了第一轮测试试题。电化学模型认知水平试题的设计核心是将原始开放性试题改编成与模型认知各层级对应的子问题,后一题是前一题的延伸和拓展,要回答后一题,就必须具备回答前一题的相关知识和能力。用Rasch模型检测后,对试题进行修改、优化,形成了第二轮测试试题。第二轮试题共计20个测验项目,见表2。

表2 测验项目与模型认知水平对应表

水平	原电池模型	电解池模型	组合型电池模型
水平1	1(1)	2(1)	5(1)
水平2	1(2)、3(1)	2(2)、4(1)、4(2)	5(2)
水平3	1(3)、3(2)、3(3)	2(3)、4(3)	5(3)
水平4	1(4)、3(4)	2(4)、4(4)	5(4)

下面以组合型电池应用模型测评试题为例进行简要分析:

题目5电解原理已经广泛用于有色金属冶炼、氯碱工艺以及有机化学工业领域,电解工艺应当尽可能采用较低成本的原料,提高反应的选择性,减少副产物的生成,缩短生产工序,便于产品的回收和净化,下图是根据电化学原理设计的装置示意图对溶液进行电解,当甲池消耗280ml氧气(标准状况下),丙池理论上产生多少克的沉淀?

依据试题的编制原则,设计出四个子问题:

- (1)根据实验装置,判断甲、乙、丙池中能量的转化形式。
- (2)结合电化学原理,判断甲、乙、丙三池各个电极上放电的物质。
- (3)请写出甲池、丙池各个电极的反应方程式。
- (4)若甲池消耗280ml氧气(标准状况下),请结合电极反应方程式分析丙池理论上产生多少克的沉淀?

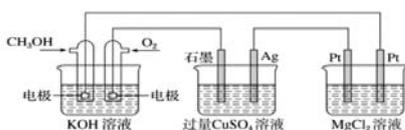


图1 组合型电池

说明:(1)要求学生通过观察甲、乙、丙池装置特点,判断其中是否有自发进行的氧化还原反应,识别原电池模型与电解池模型,判别能量的转化形式;(2)通过分析电子的定向移动,对原电池和电解池的电极类型进行判别,知道各极参与反应的物质;(3)学生需要结合电解质溶液特点等多条信息,判断离子的放电顺序,书写电极反应方程式,对电化学模型进行符号表征;(4)从定性水平上升到定量水平,要求学生从整个问题情境出发,对模型关键信息进行分析,并建立起电化学模型各部分之间的联系,计算沉淀量,解决化学问题。

2.3测量工具的质量检测。试题的质量决定了测量结果的有效性。本研究采用Rasch模型,运用Winsteps4.10软件,对学生作答情况进行数据分析。

PERSON	181	INPUT	181	MEASURED	MEASURE	REALSE	INFINIT	ZSTD	OHNSQ	ZSTD	OUTFIT
TOTAL		COUNT		MEASURE	REALSE		INFINIT	ZSTD	OHNSQ	ZSTD	OUTFIT
MEAN	9.9	20.0		-0.07	.64		1.00	.0	.94	.1	
P.SD	3.3	.0		1.19	.06		.32	1.0	.65	.8	
REAL RMSE	.65	TRUE SD		1.00	SEPARATION		1.54	PERSON	RELIABILITY		.70

ITEM	20	INPUT	20	MEASURED	MEASURE	REALSE	INFINIT	ZSTD	OHNSQ	ZSTD	OUTFIT
TOTAL		COUNT		MEASURE	REALSE		INFINIT	ZSTD	OHNSQ	ZSTD	OUTFIT
MEAN	90.0	181.0		.00	.22		1.01	.1	.94	-.2	
P.SD	51.9	.0		1.86	.04		.07	.7	.13	.6	
REAL RMSE	.22	TRUE SD		1.85	SEPARATION		8.35	ITEM	RELIABILITY		.99

图2 信度结果

如图2所示的总体统计数据显示,被试和项目的数据拟合指数都较为理想,MNSQ都在理想值1附近,ZSTD亦在理想值0左右,说明测验与理论模型的期望较为吻合。项目信度0.99(>0.7),项目区分度8.35(>2)较高,说明试题具有较高的可信度,能较好地地区分不同能力的被试。如图3所示的怀特图显示了项目难度与被试能力对应情况,测试题分布较广,显示出明显的难度层次结构,没有出现交错现象。学生能力分布较为理想,近似正态分布,且项目的难度基本覆盖了所有能力的被试。综上可知,测量工具具有良好的信度和效度。

3 结果与讨论

用经过检验质量良好的测量工具,对陕西省铜川市某中学181名高二学生电化学模型认知发展水平进行测量,进行测试时,学生已学完电化学模块内容。

3.1模型认知水平的评价标准。Rasch模型是在同一把量尺上将学生能力和项目难度进行比较的,将各个水平所有项目的难度值进行平均便可以得到各个水平的难度值,见表3。以项目难度平均值作为判断学生素养水平的依据。当学生的能力值低于-2.34时,则认为学生低于水平1;当学生的能力值为-2.34~-1.32时,则处于水平1;当学生的能力值为-1.32~0.28时,则处于水平2;当学生的能力值为0.28~2.65时,则处于水平3;当学生的能力值高于2.65时,则认为学生处于水平4。

从表3中可以看出,原电池模型和电解池模型项目难度平均值较为接近,组合型电池模型项目难度平均值明显较高,说明学生的组合型电池模型认知发展水平最低。通过分析学生的作答情况,进一步分析学生对各个电化学模型的认知发展水平具体表现。

3.2总体分析。根据素养水平的评价标准,统计得到学生的总体表现如图4所示。

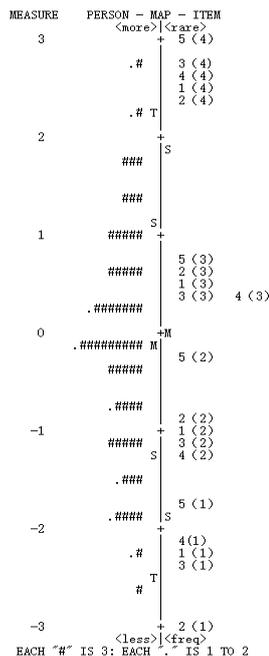


图3 怀特图

表3 各级水平的项目难度平均值

水平	项目及其难度			各水平项目难度平均值
	原电池模型	电解池模型	组合型电池模型	
水平1	1(1)(-2.29)	2(1)(-2.99)	5(1)(-1.74)	-2.34
水平2	1(2)(-1.04) 3(1)(-2.34)	2(2)(-0.91) 4(1)(-2.14) 4(2)(-1.27)	5(2)(-0.23)	-1.32
水平3	1(3)(0.52) 3(2)(-1.07) 3(3)(0.4)	2(3)(0.64) 4(3)(0.4)	5(3)(0.79)	0.28
水平4	1(4)(2.51) 3(4)(2.72)	2(4)(2.33) 4(4)(2.65)	5(4)(3.05)	2.65
平均值	-0.35	-0.36	0.47	

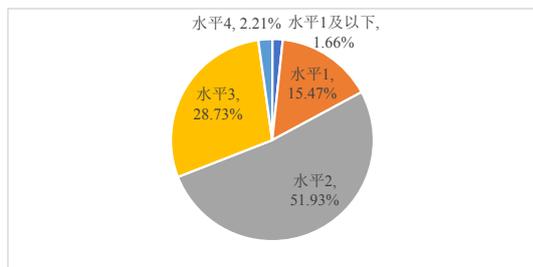


图4 各水平人数统计

约1.66%的学生的模型认知水平处于水平1以下,这部分学生还不具备电化学意识;约15.47%的学生达到了水平1,具备识

别常见电化学模型的能力,能够将氧化还原反应与电化学装置联系在一起,并能判断能量转化形式;约51.93%的学生达到了水平2,能够理解电化学模型的构成要素,并能够运用模型解释或推测相关化学变化,但在进行知识迁移、将电化学理论模型应用在真实问题情境的过程中还是会遇到困难,真实问题情境可能涉及到不常见的电化学模型,需要学生结合氧化反应原理对物质性质及其可能发生的变化进行判断,并整合信息构建电化学模型,而物质性质变化是在高一阶段学习的,在学习电化学的时候可能出现了遗忘;或将电化学模型要素整合、书写电极反应方程式时有困难,对电化学模型进行符号表征是对电化学模型认知更高的要求,约28.73%的学生达到了水平3;大多数学生不能根据问题分析模型的关键要素,并与其它化学概念相结合来解决问题,只有2.21%的学生不仅对电化学模型的原理、构成和适用范围有了全面的认识,还能建构、优化模型,解决复杂的化学问题。

4 教学建议

教师可以针对不同层次的学生设计教学方案,对于处于水平1以下的学生,教师应强化氧化还原反应的本质教学,学生能够充分理解氧化还原反应过程中有电子的转移,但在通常的氧化还原反应中并不能获得电流,化学能与电能的相互转换必须通过一定的装置,并通过物理电路中产生电流的直观教学,联系电路中的相关知识解释装置的作用,建立氧化还原反应与物理电路的关系;处于水平1的学生,可以通过探究性实验,以任务驱动的学习方式,搭建电化学模型装置,在探究实践过程中掌握电化学模型要素,通过观察实验现象,能够判断电化学模型中的阴阳极等;处于水平2和水平3的学生,教师应引导学生在问题解决过程中逐步构建模型、优化模型,通过不同类型化学电源和电解的应用教学,将理论模型应用于实际情境。对于组合型电池模型的构建,首先要区分原电池和电解池,教师可以以分组实验的形式进行直观性教学,引导学生辨识“电源”和“用电器”,并从反应的自发性、能量转化的不同来区分;其次要遵循电荷守恒原理,以电子在闭合回路中的定向移动,将原电池和电解池串联起来,对电化学模型有整体的认识。

[参考文献]

[1]陈进前.“模型认知”是重要思维方式[J].化学教学,2020(05):9-15.
 [2]吴克勇,蔡子华.模型认知解读及教学思考——以化学学科为例[J].教育研究与评论(中学教育教学),2017(07):75-78.
 [3]邓衍民,卢亮.提升问题解决能力发展模型认知素养[J].化学教与学,2019(6):37-40.
 [4]于容峻.培养学生模型认知素养的教学实践[J].化学教与学,2019(6):50-51.
 [5]莘赞梅.落实“模型认知”的电化学单元整体教学设计[J].中学化学教学参考,2020(05):21-25.

作者简介:

雷香归(1997--),女,汉族,甘肃武威人,在读研究生,宁夏师范大学,专业:学科教学(化学)。