



发展学生认识角度和深度的化学教学转变

——以“化学反应原理”模块为例

于少华¹ 王 磊^{2*} 支 瑶³

(1. 北京市昌平区教师进修学校 102200; 2. 北京师范大学化学学院 100875;

3. 北京市海淀区教师进修学校 100097)

摘要 以“化学反应原理”模块的 4 课为例,从分析“化学反应原理”的模块功能出发,探讨了发展学生认识角度和深度的教学转变。这些转变包括:(1)转变教学目标取向,从传授具体性知识为本转向建构学科核心观念;(2)转变对学科本体知识的认识,从忽视学科本体知识的内涵到深入挖掘学科本体知识内涵;(3)转变学生观,从笼统关注学生转向对学生已有认识及认识发展点的深度关注;(4)转变教学素材定位,从追求多样化、有新意向匹配教学功能定位、匹配学生认识发展层级、实现教学功能最大化转变;(5)转变对思路外显重要性的认识,从忽视思路外显重要性转变为通过多次外化促进思路外显;(6)转变学案设计方式,从填空式学案转变为过程引导式学案。

关键词 化学反应原理 认识角度 认识深度 盐类水解 电解原理

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2013110018

1 “化学反应原理”模块的功能价值

从模块的教育价值和功能分析,“化学反应原理”模块促进学生科学素养发展的实质是促进学生认识素养的发展,其内涵是发展学生对化学反应的认识角度和深度,从而形成分析化学反应的认识思路。具体而言,一方面,借助化学反应与能量变化、化学反应的方向、限度和快慢等角度完善学生对化学反应的认识角度;另一方面,借助化学反应的方向、化学反应的调控、溶液中的离子平衡等内容从定性到定量、从静态到动态、从宏观到微观发展学生对化学反应的认识深度^[1]。

2 发展学生认识角度与深度的教学:特点及转变

发展学生认识角度和深度的“化学反应原理”模块的教学有哪些特点?这些特点与传统的教学相比有什么转变?在具体课例中是如何体现的?以“化学反应原理绪言课”“化学反应与能量变化”“盐类水解原理及应用”以及“电解池”4课为例,围绕以上问题进行讨论。

2.1 转变教学目标取向,从传授具体性知识为本转向建构学科核心观念

以“化学反应原理绪言课”为例,在以往的绪言课教学中,教师经常采取的做法是向学生介绍教材安排,简单介绍学习内容,将绪言课的功能仅仅

定位于熟悉教材,而对化学反应原理模块将帮助学生形成认识化学反应的什么思路、拓展学生认识化学反应的什么角度和深度方面的功能价值甚少思考,甚至并不觉得有深入思考的必要。在绪言课之后的章节教学中,教师对知识内容进一步展开讲解。这样的具体性知识传授为本的教学所呈现出的一个突出问题是:学习本模块前后,未能达到本模块的功能定位,学生的认识角度和认识深度难有明显的提升和发展。

基于以上问题,教学取向的转变应始于化学反应原理绪言课,突出核心观念建构的教学需要教师从绪言课开始将关注的重点从具体性知识转向发展学生认识化学反应的角度和深度,关注知识的认识功能,将知识认识化、知识思路化、知识认识角度化^[2]。

基于此,设计出了如下的“化学反应原理”模块绪言课的核心问题线索,见表 1。

2.2 转变学科本体知识的认识,从忽视学科本体知识的内涵到深入挖掘学科本体知识内涵

“化学反应与能量变化”一课,教师原有的教学设计是:引入焓变的概念→定量解释化学反应中能量变化的原因→热化学反应方程式的书写。整个教学过程中对焓变的概念只做简单的介绍,而将大部分的教学时间放在热化学方程式的书写上。经过

* 通信联系人, E-mail: wangleibnu@126.com

这样的教学后, 学生对于焓变这一核心概念的认识十分模糊, 在后续教学中逐渐暴露出其弊病。产生这一问题的主要原因是教师对于“焓变”这一概念的学科本体知识认识十分肤浅。教师对于“为什么要建立焓、焓变的概念? 什么是焓? 什么是焓变? 焓变 (ΔH) 与反应热 (Q) 的关系? 焓变与键能

的关系? 只有化学变化才有焓变吗? 反应条件与焓变的关系? 热化学反应方程式的书写中为什么有那些注意事项? 如何理解盖斯定律? 反应物和生成物总能量之差与键能的关系? 如何理解能量越低越稳定? (为何还有吸热反应?) 学习焓变 (ΔH) 的功能价值?”等问题甚少思考。

表1 “化学反应原理”模块绪言课的核心问题线索

序号	核心问题	意图
1	对于工业合成氨 $N_2 + 3H_2 \xrightarrow[\text{高温高压}]{\text{催化剂}} 2NH_3$ 这个化学反应, 你有哪些认识? 你是从哪些角度认识的	探查学生已有的认识化学反应的角度
2	通过合成氨反应化学史的介绍引导学生思考该反应的重要性——氨气有什么用途? 你的依据是什么	引导学生从反应的价值角度认识反应
3	科学家是如何研究合成氨反应的? 如何判断反应能否进行? 如何达到产物多、反应快的目的	引导学生认识化学反应的规律 (即化学反应的方向、限度与快慢)
4	除了从物质角度研究反应, 还可以从能量角度研究, 氨气是否可以做燃料? 如何表征燃烧效率? 是否可以将 $4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O$ 反应的化学能转化成电能? 你的依据是什么	引导学生认识化学反应的能量转换, 以及定量研究的意识
5	氨气制备纯碱的原理是什么? 物质在水体系中发生了什么变化	引导学生认识化学反应的体系角度

要做到促进学生认识思维发展的化学反应与能量变化的教学, 教师需要对焓变的学科本体知识进行进一步梳理。如图1所示, 相对于键能及反应热这2个表征体系能量变化的物理量, 焓变具有超越性的内涵。

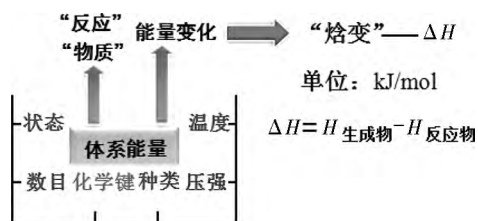


图1 焓变的内涵

在对学科本体知识的梳理过程中, 教师从微粒的动能与势能、化学键的断裂与形成、物质的状态、焓变的角度逐渐深入理解了焓变这一概念的意义, 同时帮助学生建立物质为什么有能量? 反应体系为什么有能量变化? 如何表达体系能量变化的化学反应与能量变化的认识思路。

2.3 转变学生观, 从笼统关注学生转向对学生已有认识及认识发展点的深度关注

新课程改革以来, “以学生为本”的教学理念为大多数教师所接受并在教学中自觉实践, 但是, 什么是以学生为本, 以学生的什么为本、如何才能真正地以学生为本在教学实践中仍然困扰着很多教师。基于促进学生认识思维发展的教学需要教师对学生的已有认识以及认识发展点深度关注。

2.3.1 “化学反应与能量变化”《化学2》中对学生已有认识、认识发展点、认识障碍点的深度关注

例如, 在“化学反应与能量变化”《化学2》中, 传统的教学一般采用的教学环节大致如下: 化学反应中伴随着能量变化→实验感受化学反应中的能量变化→化学反应中的能量变化与反应物、生成物的能量之间的关系→化学反应中能量变化的微观解释。这样的教学处理从课堂实施上来看, 学生很易于接受且教学环节明确、流畅, 因此为大多数教师所接受。但是, 在后续的化学反应原理模块进一步学习化学反应与能量变化这一课题时, 却暴露出《化学2》未解决或者由于教学处理不当而使学生形成诸多迷思概念, 例如: 物质本身为什么有能量? 化学反应和物理变化中的能量变化一样吗? 用手摸到反应后的物质很凉, 该反应为何还是吸热反应? 吸热和放热与焓变有何关系? 分析能量变化时如何将宏观和微观联系起来? 等等。

当将学生在后续学习中暴露出的这些问题作为教学的出发点时, 就促使我们深入思考学生面对新内容学习时的认识起点, 同时也确立了与教学目标所设定的认识终点之间的认识发展点。在对已有认识及认识发展点深度关注下, 设计出的教学设计的情境及问题线索如表2所示。

表 2 “化学反应与能量变化”(《化学 2》)的问题线索

序号	问题	意图
1	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 2 个反应如果选择做生活燃料,你会选哪一个	探查学生已有的化学反应的认识角度(只有物质角度,缺乏能量角度)
2	天然气为什么能把水烧开	帮助学生建立体系和环境这一对概念
3	天然气燃烧放出的热量从哪里来	从键的断裂与形成的微观角度分析反应能量变化的原因
4	水被烧开的过程中,液态水变为气态水,发生了什么变化?为什么	统一物理和化学中的能量
5	水吸收热量后,水的能量发生了变化,是增大还是减小 天然气燃烧发生了化学变化,生成了新物质,生成物总能量和反应物总能量发生了什么变化?增大还是减小	从反应物、生成物的角度分析反应能量变化的原因
6	常见的吸热反应和放热反应	实验感受
7	天然气燃烧时,为什么要点燃?高温煅烧石灰石时为什么需要持续加热	全面认识

由上可以看出,与一般教学中先建立化学反应中的能量变化与反应物、生成物的能量之间的关系,再进一步分析微观本质的处理不同的是,本节课先进行微观本质的探讨,再建立宏观联系。这样的处理同样是基于对学生已有认识的判断,由于学生在学习本课之前刚刚学习的是化学键这一内容,已经初步了解化学键的断裂和生成伴随着能量的变化,因此当面对化学反应中为何有能量变化这一问题时,

学生的优势反应是从微观角度进行分析而不是传统教学以为常的从物质能量和反应能量的关系角度,这点在教学实践中多次证明,这样的处理更符合学生的思维习惯,更有逻辑,教学也更顺畅。

2.3.2 “盐类水解原理”对学生已有认识、认识发展点、认识障碍点的深度关注

“盐类水解原理”这一课时中,初始教学设计的核心问题线索见表 3。

表 3 “盐类水解原理”初始核心问题线索

序号	核心问题线索
问题 1	能否通过测 pH 证明一未知的溶液就是碱
问题 2	为什么 CH_3COONa 溶液中 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$? 分析 NH_4Cl 溶液的酸碱性
问题 3	结合以上 2 个例子,归纳什么叫盐类的水解
问题 4	请结合所学的理论预测溶液的酸碱性,观察给出的盐,从组成寻找规律
问题 5	碳酸钠为何又称碱面?碱面为什么能去油污

在以上的教学设计中,按照教师提供的思路,学生可以顺畅地得出氯化铵水解呈酸性,但是在写出该反应的方程式时,学生对盐酸和氢氧化钠同时存在于产物中本能地感到别扭、不理解,而以上教

学设计中对学生的困惑避而不谈,这样的困惑将一直存在并困扰着学生后续的学习。

改进后,在解决这一问题时,问题线索见表 4。

表 4 “盐类水解原理”改进后核心问题线索

问题 1	你从盐类水解的化学方程式发现什么问题
问题 2	醋酸钠都水解了吗?还有醋酸根存在吗
问题 3	还记得如何定量描述反应进行的限度
问题 4	(资料)平衡常数的界定范围、醋酸根和铵根的水解平衡常数
问题 5	酸碱中和反应为什么写“=”?是完全都反应了吗

从学生对盐酸和氢氧化钠同时作为产物出现这一本能地感觉别扭和不理解出发,教师通过一系列层层递进的问题设计,引导学生开始关注化学反应限度,开始应用平衡常数理解盐类水解的程度,这样的设计不仅体现了教材中章章之间的联系以及学习化学平衡常数的功能价值,更是引导学生的思维从定性向定量发展,形成系统思维。

2.4 转变教学素材定位,从追求多样化、有新意向匹配教学功能定位、匹配学生认识发展层级、实现教学功能最大化转变

教学素材的选择一直是教师比较关注的问题,素材的多样化、有新意是大多数教师的追求,尤其在现在网络搜索技术日益成熟的背景下,教师对教学素材的选择也存在过于追求新颖、多样而忽略与教学主线的适切性,教学素材与教学内容之间的主次关系不明晰等问题。

2.4.1 教学素材选择与教学功能定位匹配

例如“化学反应原理绪言课”,初始的设计中涉及的情境素材线索见表 5。

表5 “化学反应原理绪言课”初始设计中涉及的情境素材线索

环节	情境线索	问题线
环节1	北京空气污染因素, 汽车尾气超过燃煤	汽车清洁燃料
环节2	几种燃料的热量对比	氢气作为清洁燃料的优势
环节3	氢动力车	为什么可以用做动力车的原料
环节4	液氨作为清洁燃料合成氨的漫长历程	液氨做清洁燃料的优劣; 为什么氨的成本低

此设计中涉及到了北京出现的空气污染这一与生活密切相关的最新线索, 也涉及到了氢动力车等最新的科技成果, 教学素材新颖、多样, 貌似很符合 STS 教育理念。但是从对绪言课的功能定位: 帮助学生建立认识化学反应的角度以及发展深度这一角度出发, 就会发现这样的情境线索却人为地将这些角度割裂, 无法帮助学生建立系统联系。因此最终舍弃了这样的设计, 改用对合成氨这一单一反

应的多角度地研究和分析这一素材, 表面上看素材既不多样也不新颖, 但是正是这样一个单一的素材却能更好地承载本课时的功能定位, 具有更好的教学效果。

2.4.2 教学素材选择与学生认识发展层级匹配

再如“电解原理的应用”这一课时中, 初始选择的素材有3个, 见表6。

表6 “电解原理的应用”初始情境素材

编号	内容	意图
素材1	房山区电力中学学生自制家用小型消毒发生器	分析小型家用消毒发生器的原理
素材2	净水器推销员的骗局	分析电解水的实验能否判断水质的好坏
素材3	利用电解原理, 完成在钥匙上镀铜这一任务	总结电解原理的应用以及电镀中电极材料和电解质溶液的选择

素材1和素材2从与学生生活紧密联系, 能够激发学生在学习热情的角度看, 是具有其存在的合理性的。但是从帮助学生梳理前2课时所学习的电解原理的思维路径以及初步了解在生活中的应用角度来看, 这样的设计无疑对学生的思维品质要求过高, 学生难以顺利完成反而影响学生的学习主动性, 因此我们将这2个素材舍弃。而素材3具有极

好的探查功能, 在解决这一真实问题的背景下, 能够帮助学生自行梳理思考电解池问题的思维路径, 暴露问题, 并在小组交流中解决问题, 自行建构解决电化学问题的一般方法, 因此这一素材予以保留并增加教学时间, 彰显其价值。改变后的教学素材如表7所示。

表7 “电解原理应用”改进后情境素材

编号	内容	意图
素材1	以海洋资源的综合利用引入: 电解海水会得到什么 任务一: 电解饱和食盐水的微型实验	以电解饱和食盐水的产物重要性分析到氯碱工业即电解原理的应用。凸显了电解原理的应用性价值——制备物质
素材2	将电解饱和食盐水投入生产实际, 如何设计生产设备为问题, 任务二: 膜法电解饱和食盐水的模拟装置分析, 明确离子交换膜的作用	引导学生初步考虑电解池的装置设计。了解电解池装置对产品的影响
素材3	利用电解原理, 完成在钥匙上镀铜这一任务	总结电解原理的应用以及电镀中电极材料和电解质溶液的选择

2.4.3 同一教学素材二次利用, 实现教学功能最大化

例如在“化学反应与能量变化(《化学2》)”中, 通过天然气是如何把水烧开这一素材不仅将化学变化和物理变化中的能量变化统一起来, 同时建立了体系和环境这一对概念, 帮助学生厘清摸到反应后手凉与该反应吸热之间的逻辑关系; 这一素材显然比“手靠近火觉得热、靠近冰觉得冷”这样的处理具有更好的教学功能, 素材的张力更大。

再如在“盐类水解的调控以及应用”这一课时

中, 选取了“加热氯化镁溶液是否能够得到无水氯化镁”这一核心问题素材, 在对这一问题进行分析的过程中, 学生不仅能够解决为什么得不到无水氯化镁以及如何抑制氯化镁水解的问题, 同时也可以分析出如何得到更多的氧化镁, 对氯化镁水解的促进以及抑制2个方向的讨论, 使学生能够真正意识到平衡移动原理对反应的调控功能, 真切感受到原理对实际生产生活的指导作用, 慨叹人类智慧的伟大。

2.5 转变对思路外显重要性的认识, 从忽视思路外显重要性转变为通过多次外化促进思路外显

认识思路是个体对物质和化学变化或相关的现象或事实认识的有序性和思路性,具有一定的内隐性,发展学生的化学认识素养,需要将认识思路外显化。

而在传统教学中,教师对思路外显化的重要性缺少认识,甚至错误的认为思路会随着学生的知识学习自动形成且难以外显。例如“盐类水解”的传

统教学中,学生完成学习后,并不能形成研究这一问题的思路,尤其在面对综合性水溶液的问题时思维更加无序。

2.5.1 “盐类水解原理”中思路外显的设计

为了更好地将思路外显,进行了的“盐类水解原理”的教学设计,见表 8。

表 8 促进思路外显的“盐类水解原理”教学设计

知识线索	学生认识发展线索	问题线索	活动线索	教师讲述线索	情境素材证据线索
抑制水的电离 ↓ 促进水的电离 ↓ 盐类水解	建立概念 ↓ 理解概念 ↓ 应用提升	溶液中存在的微粒及来源 ↓ 溶液中存在哪些相互作用 ↓ 作用的结果是什么	建模分析 ↓ 应用模式 ↓ 深化本质	对水的电离的影响	冰醋酸 ↓ 醋酸钠 ↓ 氯化铵 ↓ 碳酸氢钠

由表 8 可以看出,在建立盐类水解概念时,教师设计了冰醋酸、醋酸钠、氯化铵分别加入水中发生什么变化这 3 个问题情境,在引导学生解决问题时,都围绕着“溶液中存在的微粒及来源?—溶液中存在哪些相互作用?—作用的结果是什么?”这样一个有思路、有线索、有梯度的问题串进行。而且要求学生的回答不能仅仅是结果,而是通过自己的语言将整个过程描述出来。在描述过程中,学生用语言将冰醋酸(醋酸钠、氯化铵)在水中的微观变化过程表达出来,同时在头脑中也形成了这些物质在水中的行为动态图。通过学生的微观想象力,学生关注的不再仅仅是宏观的酸碱性,而是物质的微观变化,这样的设计更接近盐类水解的本质,学生的理解也更为透彻。

除此之外,学生在多次应用“溶液中存在的微粒及来源?—溶液中存在哪些相互作用?—作用的结果是什么?”这样一个思路解决问题的过程中,初步形成了自己内化的解决水溶液中问题的一般方法和思路,这个思路和方法相对于盐类水解显什么性而言,更具有迁移价值,能够帮助学生更好地解决其他水溶液中的相关问题。

2.5.2 “电解池电极反应规律”中思路外显的教学设计

在对用惰性电极和铜电极分别电解硫酸钠溶液和氯化铜溶液这 4 个任务的分析中,教师自始至终均引导学生从电解质溶液中有什么离子、电极周围有什么离子、离子间得失电子能力的强弱等角度思考,从而确立从电极反应物这一核心到电极产物这一目标之间的思维路径,通过这样有序、多次地思考,学生形成的解决电解池中电极反应规律问题的思路更加清晰,思维更加有序。

2.6 转变学案设计方式,从填空式学案转变为过程引导式学案

学案设计是教师教学思路外显化的手段之一,在“电解原理(第 1 课时)”中,关于电解水这一部分内容,初始学案设计如表 9 所示。

表 9 “电解水”初始学案设计

电极: _____ 极
现象: _____
反应物: _____ 生成物: _____
电极反应式: _____
反应类型: _____
电子移动方向: 从电源 _____ 极流入阴极
离子移动方向: _____

改进后的学案设计如表 10 所示。

表 10 “电解水”改进后学案设计

现象: _____
电极反应式: _____

这样的改进并不仅仅是简化,更重要的是删除了填空式的内容,改为过程性的内容,这反映了教师教学理念的转变,由注重具体性知识传授转向促进学生的认识发展。

本文在成文过程中,借鉴了裴立英、魏鸿、阎芬、多丽君、陈娜、孙贻、马亦娇、杨越红的课例,并得到葛继宁、王维臻的无私帮助,在此表示感谢!

参 考 文 献

- [1] 王磊,姜言霞,支瑶,等. 化学教育, 2012, 33 (11): 12-20
- [2] 王磊. 化学教育, 2010, 31 (1): 2
- [3] 王维臻,王磊,支瑶,等. 化学教育, 2014, 35 (1): 34-40
- [4] 胡久华,王磊,支瑶,等. 化学教育, 2013, 34 (4): 44-49