

学物理化学实验课程的教学反思与建议

刘琬 黄玉豪*

(海南师范大学化学与化工学院 海口 571158)

摘要:《物理化学实验》是化学专业学生的必修实验课程,对于学生分析、解决问题能力的培养有着重要作用。本文从物理化学实验教学出发,结合教师和学生视角对现有课程教学设计及评价方案进行反思,建议扩充实验设计环节,建立更多维度的评价方案,充分调动学生积极性,为本学科课程教学提供参考。

关键词:物理化学实验;实验设计;教学反思;评价模式

《物理化学实验》是化学相关专业学生的必修实验课程,主要通过“操作实验项目、分析数据、得出结论、分析思考”四个方面使学生验证物理化学基本理论,深入理解物理化学的原理,了解物理化学的基本研究方法,是学习《物理化学》这一主要课程不可或缺的辅助手段,对于培养学生化学分析技能,独立从事科研工作的能力有重要作用[1-3]。物理化学实验课程的定位常是从属于物理化学理论课程,其课程教学过程多采用“课前预习,课堂讲授,实验操作,撰写实验报告”的形式进行,因此,物理化学实验的学习效果非常依赖教材中实验项目的设计,实验的目的和内容会极大影响学生思考的侧重点。

好的教学不仅要有目标导向的达成,还需要充分重视教学过程学生的学习行为,调动学生上课的积极性,引导学生自我总结与反思,在这一点上实操课程更有优势[3-5]。但经过对市面上的物理化学实验教材的分析后我们发现,物理化学实验教材普遍实验内容老旧,且多以验证型实验为主。尽管各高校的硬件能力及课时安排不同,学情也有所差别,但物理化学实验课程大多是围绕教师或实验器材展开,学生在教学过程中主要以参与者甚至观众的形式出现,积极性不高。

针对以上情况,笔者结合自身的教学和科研经历,对我校现有的《物理化学实验》教学中存在的问题与不足进行反思与总结,以供各位同仁参考。

一、实验设计环节严重欠缺

由于学校经费、实验条件等的限制,我校安排的物理化学实验偏重比较传统经典的实验项目。近些年也有一些高校对物理化学实验教学进行改革,例如购入新型仪器设备提升实验精度、引入最新科研成果拓展基础实验教学[6,7]。物理化学是研究物质体系的化学行为的原理、规律和方法的学科,笔者认为物理化学实验的精华在于严谨的理论推导,以及在有限实验条件中去获得无限接近理论极限状态的精妙实验设计。购入新型仪器简化实验操作固然是好事,但越是精密、易操作的仪器,学生越无需对仪器的工作原理、内部构造有很深的了解。若课程教学过程不加以调整,则学生会更难体会实验设计的根本逻辑。例如,测量物质溶解热的实验需要严格

控制体系与环境的热交换,因此在现有的实验设计中用于溶解的样品量需要严格控制以尽量减小体系与环境的温差。假如有一台精密数控绝热装置,学生则只需进行称量、加样、读数的一系列傻瓜式操作即可,无需再进行这些思考。长此以往,当面临“仪器精度不够”的问题时,学生会更加自然地产生“买一台精度更高的仪器”的想法,而不是“如何提高精度”,课程改革的最终结果可能会与其初衷背道而驰。

实验课程不应一板一眼地根据教材上的步骤达到实验目的,而是在动手实操的过程中培养学生分析问题和解决问题的能力[4]。教师应当有目的、有针对性地研究每一次的实验,根据现有的仪器设备改变授课重点。

以二元金属相图的实验为例,现有教材的实验目的为“根据步冷曲线绘制铅-锡二元金属相图”,但由于加热炉内温度较高,实验过程中大多要求学生不要将样品管取出以免烫伤,他们也就无法亲眼观察是否有新相生成;且由于样品管的二元金属混合物是预先配好供各个班级重复使用,因此也没有对新生成相的成分进行分析。在实验设计上,本实验仅是通过热分析法绘制出步冷曲线,再根据步冷曲线绘分析不同组分熔融液相变的临界温度。若是教学目的仅是理解热分析法尚可,若是理解二元金属相图则远远不够。而若要对步冷曲线各阶段的新生成相进行分析,则会涉及高温物质分离提纯的操作,以及如何对物质的组成及含量进行鉴定,若硬件设施条件允许可联合差示扫描量热仪等大型仪器分析的课程,将其拓展成综合实验,开阔学生的思路,丰富实验内容。

在“燃烧热测定”的实验中,教材中的实验过程是通过已知燃烧热的基准物(苯甲酸)和引燃丝的燃烧过程释放的热量来标定体系的热容 C_m ,再将未知燃烧热的样品(萘)进行燃烧,观测体系温度变化并代入公式 $-n \text{样} * Q_{v, \text{样}} - m \text{丝} * Q_{\text{丝}} = C_m \Delta T$ 来计算 $Q_{v, \text{样}}$ 值,但最后的数据处理部分对“雷诺法”的物理意义则草草带过。在平行班的对比中,我们发现教师对于实验内容讲述侧重点的不同将极大地影响学生的实验方向:

(1)若授课过程重点强调仪器使用和数据处理,事无巨细地描述每一步的实验操作和注意事项,则学生们都能够顺利完成实验操作且有效地处理数据。(2)若将

授课重点放在解答“为什么不直接测 Q_p 而要测 Q_v ”，“标准样品的燃烧热是如何测得的”以及“为什么要用雷诺法校正温度”这三个关键问题，减少对实验过程一些细节的描述，则大部分学生会自行分析影响实验结果精度的一些因素并按照教材中的操作步骤顺利完成实验，但数据精度和处理结果参差不齐；少部分学生则会连续燃烧两次茶，通过解一元二次方程的形式同时解出茶的 Q_v 、样值和体系的热容 C_m 。两相对比不难发现，前者虽然得到较完美的数据，却缺少独立思考的空间，后者虽数据结果不尽如人意，但调动了学生自主思考。在教学中，教师更应当起引导者的角色，重视学生在教学中的主体地位解放学生的思维，引导他们思考“为什么，怎么办”，而不是“下一步该按仪器的哪个按钮，记录哪些数据”，让他们自主探索问题，可大大提高课堂效率。

有别于国外物理化学实验“期望帮助学生成为专业科学家和工程师”的课程目的[8]，我国大多以“培养学生分析问题和处理问题的能力”为根本出发点。通过分析教材内容也能发现，几乎所有实验教材上会将实验目的、原理、步骤、注意事项、数据处理与分析等写的十分详细，最终目的就在于让学生学会“如何正确地去验证一个已被验证过无数次的结论”。笔者认为物理化学实验教材应当尽量增加实验内容的理论深度，在危险可控的范围内尽量减少实验操作和数据处理的详尽描述，在实验设计的环节有意地引导学生自主思考，任其充分失败，在失败中锻炼其自主创新能力。

二、实验课程不应完全从属于理论课程进度

如今各高校普遍实施“大类专业分流”政策，即学生先在大类学习，1至2年后再根据自身需要和职业发展规划选择合适的专业，这种方式凸显出专业课的课时被压缩，理论知识与实验课程进度不匹配的问题。

以笔者所在高校为例，物理化学理论课程和实验课程分别由不同教师担任，实验课程教师很难准确把握学生的理论学习进度，且相较于理论课程的逐章讲述，实验课程涉及的内容跳跃性大。若放假挤掉了理论课程而实验当天的课程照旧，则这种矛盾就更加明显。

与老师和同学的交谈后我们发现，大多人都期望在接触实验课程之前学习完理论内容，因为这样更有利于学生理解实验原理，对实验目的更清晰，有利于实验过程的顺利进行，减小教学双方的压力。但是，实验课程完全从属于理论课程吗？在教学过程中，我们发现实际上很大一部分的实验课程内容完全可先于理论知识学习开展。例如，化学动力学反应级数和平衡常数的概念，若先通过实验教学让学生直观感受反应物浓度与时间的数学关系，再去理解理论知识中的反应的级数与动态平衡想必会事半功倍；再如部分互溶的液体三元相图相关知识点，整个实验操作过程其实并不需要太多理论基础，但对于实验现象的观察，溶解度曲线和联结线的绘制会

极大促进学生对于理论知识点的掌握。类似的例子想必还有许多，此处不再一一赘述。

三、评价模式单一，学生积极性低

按照现有的模式进行实验教学，学生参与感弱，积极性低。笔者所在高校的物理化学实验课程安排为1名教师带班，由于教室、设备、人员的限制，物理化学实验通常以2~3人为一小组开展，每一个实验分配的时长为3~4小时不等，学时十分有限。现有的实验课程总评主要由“课堂考勤，实验操作，平时表现，实验报告，期末总评”按一定比例组成，但是除了课堂上的实验操作与实验报告，能体现平时学生对学习内容的掌握的方式不多。由于大班教学的局限性，形成性的评价难以实施，大多的实验课程评价方式还是以总结性评价为主，即每做完一个实验交一份实验报告，根据实验数据的准确性及报告的“精美程度”来评分。但是实验器材的老化等不可抗力因素会导致实验数据偏差，而且机械式的报告抄写也难以避免。另一方面，由于物理化学实验数据量大且处理复杂，大部分情况下我们会要求学生使用电脑绘图以提高数据的精准性，这种数据的处理方式虽然有利于促进学生对于Excel、Origin、Chemdraw等软件的学习和使用，但也导致了名正言顺的小组成员数据雷同，部分学生课堂参与度极低。

当我们将实验教学的重心放在实验设计上，这样虽能大幅度提高学生的课题积极性，但大多数学生的实验数据必然不够完美，单看学生的实验结果完全无法准确评估该生的学习情况。按照现有的评价模式若想达到理想的教学效果且准确评价各学生的学习情况，一个40人的班级需配备至少3名教师方能满足包括实验准备、教学、评价等在内的工作需要，这是目前绝大多数高校都无法配备的师资。只有当学生知道自己在做什么，为什么要这么做，才会有余力的发散性思考。虽然有不少同仁都提出了多样性的评价方案[9-12]，但限于我校已有师资、物资条件大多无法实施。要维持学生自主高效的学习状态，教师需要给予公平准确的正向反馈，因此，如何改变实践型课程的评价模式显得尤为重要。

受互联网火速发展的启发，结合年轻人爱玩网络平台的特点，可以适当在教学评价的基础上，辅助以课程评价模式和泰勒模式，眼光不局限于对学生的评价，而更多的专注于教学课程本身。例如，让学生完成某一实验课程的科普宣传，其目的有二，一是让不学化学的人产生对化学实验探究的兴趣，二是让学化学的人在看完实验视频后明白实验目的是什么。将视频中实验操作的规范性，实验原理的讲解，数据的处理过程以及结果的分析与讨论等都纳入评价范围。此举不仅可以丰富教学评价，还有利于五湖四海的化学人相聚在一个网络平台上交流学术观点，促进学生的全面发展，且能够集思广

(下转第86页)

(上接第 83 页)

益完善实验课程设计推进课程改革。除此之外,我们还可以根据本校的硬件条件,适当地丰富考试内容,随机抽选,以设计实验解决问题的形式进行学期末的考试。

结 语

学习的意愿可以激发学习潜能,引导学生形成正确的学习动机。兴趣作为学习的第一生产力,在很大程度上决定了学生学习道路的宽度和思想深度。中国政法大学罗翔教授受到年轻人的大力追捧,其原因正是在于他的视频用诙谐幽默的方式抓住了学生的兴趣,用户黏度极高。实验课程要求较强的动手操作能力与数据分析处理能力,知识是规矩的,但教学过程可以是丰富有趣的。面对就业、学习压力较大的大二、大三学生,教师应当多传授“有趣”且“有用”的知识,让学生带着兴趣主动接受学习,发散思考。

教育改革任重道远,本文结合学生反馈就本人的物理化学实验课程教学作了简单反思,希望能为同仁提供一些参考。

参考文献:

- [1]周亭,李文静,王芳珠,等.多层次一体化物理化学实验教学模式的构建与探索[J].广东化工,2022,49(09):201-202.
- [2]张凯,黄晓敏.浅谈物理化学实验对大学生科学研究能力培养[J].黄冈师范学院学报,2014,34(03):82-83+92.
- [3]郑伏琴,张万富,陈卫,等.新工科背景下理论知识与实验知识融合的实验教学知识体系的构建——以物理化学实验教学改革为例[J].广东化工,2022,49(14):

227-229.

[4]王珩.论物理化学实验教学改革中学生能力的培养[J].黑龙江教育学院学报,2014,33(12):40-41.

[5]过家好,陈俊明,刘磊,等.物理化学实验“问题导向式教学”改革的探索[J].广州化工,2018,46(23):168-170.

[6]何田,胡自强,边界,等.浅谈物理化学实验课程的教学改革[J].广东化工,2019,46(15):206+215.

[7]蒙丽丽,李媛媛,李猛,等.基于OBE理念的物理化学实验教学改革探索与实践[J].教育教学论坛,2022(17):121-124.

[8]许新华,王晓岗,王国平.中美物理化学实验教材内容的比较研究[J].中国大学教学,2016(06):81-86.

[9]李兆君,段成茜.分析化学课程线上+线下教学中学生学习评价模式改革与实践[J].卫生职业教育,2022,40(11):38-41.

[10]赵丽华,聂永成.知识生产模式转型视角下的应用型本科院校教学评价改革[J/OL].海南师范大学学报(社会科学版),2020,33(04):95-101. DOI:10.16061/j.cnki.cn46-1076/c.2020.04.011.

[11]杨欣,吴峰,唐丽丽,等.地方本科院校《物理化学实验》课程考核方式改革研究[J/OL].山东化工,2016,45(05):105-106. DOI:10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2016.05.043.

[12]马郡珠,康艳萍,赵宏,等.高校教学形成性评价改革模式探析[J].兰州石化职业技术学院学报,2018,18(02):83-85.