

促进高中物理深度学习的“问题链”策略研究*

——以“电表的改装”教学为例

谷海跃 陈新华 (常州市第一中学 江苏 213003)

摘 要 “深度学习”因其理念与物理学科的核心素养达成高度相关而被越来越多的老师认可,“问题链”教学以其问题群具有较强的逻辑关系,对学生由浅层学习进入深度学习有重要的引领作用而受广大高中物理老师青睐。本文以“电表的改装”为例,尝试从是什么、为什么、怎么办、怎么用四个层面设计问题链。对通过此策略培养学生的物理核心素养进行一定的尝试。

关键词 深度学习 问题链 核心素养 物理教学

文章编号 1002-0748(2020)11-0025

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

1 问题的提出

《普通高中物理课程标准(2017版)》提出物理学始终引领着人类对自然奥秘的探索,深化着人类对自然界的认识。高中物理教学目的是要完成立德树人的根本任务,充分展示其对提高学生核心素养的独特作用。物理学科的核心素养包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任。

布卢姆在其《教育目标分类学》中提出学习包含“记忆、理解、应用、分析、评价及创造”这六个层次。浅层学习的认知水平只局限在“记忆、理解”这两个层次。即学习者可以将所接收到的数据通过自己的理解或者教育者的讲解意义化为信息。而对于深度学习者来说,他们则对应“应用、分析、评价、创造”这四个较高级的认知层次,不只涉及记忆,还注重知识的应用和问题的解决^[1]。深度学习和浅层学习不完全对立,两者之间在时间维度上存在着延续性,即浅层是深度学习的基础和前提,深度学习是浅层学习的深化与升华,我们必须有一定的浅层学习得来的知识(如事实程序和定义)才能进行深度的更有意义的学习^[2],这种关系如图1所示。所以说,深度学习可成为学生核心素养达成的有效路径。

“问题链”是教师为了让学生达成最近发展区,根据学生已有的认知水平,把需要学习的知识转

化为一连串有主题的问题群。经过设计的问题之间相互有关联,有梯度,对学生的思维要求是不断上升的,巧妙地设问对学生有吸引力,能够激发学生的求知欲,从而自发地形成由浅层学习至深度学习的路径,学生的核心素养得到了培养。

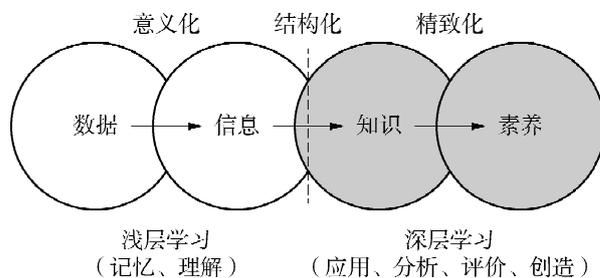


图1 浅层学习与深度学习之间的关系

2 “问题链”的设计原则

将知识“溶解”于问题情境,再慢慢地将知识从问题情境中“结晶”出。好的“问题链”能够增加“阶梯”降低学生理解知识的难度,能够帮助学生更好建构知识体系。“问题链”设置是一节物理课是否成功的关键之一,一般需要遵循以下两个原则。

2.1 “问题链”要聚焦于学生的深度学习

为了让学生进行深度学习,首先要先研究学生。研究学生的目的是掌握教学目标与学生已有的认知之间的落差,这个落差即体现为备课时确定的重点

* 基金项目:本文系江苏省教育科学“十三五”2020年度规划课题“深度学习理论下高中物理课堂重构的研究”(课题编号:D/2020/02/17)的阶段成果。

和难点^[3]。在初中物理分析电路时,通常将电流表看成导线(电阻为零)、电压表看成断路(电阻无穷大),而在高中物理电流表为可以读出自身电流的“小电阻”、电压表为可以读出自身电压的“大电阻”。站在学生的角度梳理出本节课的思维逻辑(问题链),是什么——设计实验进行质疑,电表到底是什么?为什么——根据表头可以得出电压和电流为什么要改装?怎么办——根据给出的表头怎么样进行改装?怎么用——改装后的电表有什么应用?以及自己在这个过程中做得怎么样。

设计出“问题链”不并列而具有一定的梯度,可以有效地引导学生进行有效学习。一来让学生自我建构出本节课课堂逻辑,而且教学难点往往也可以轻松化解,学生学得更加容易,教师教得愈发轻松。

2.2 “问题链”要致力于学生核心素养的达成

结合物理学的特点,我们将问题链围绕四个导向进行设计,即是什么、为什么、怎么办、怎么用,其中“是什么”对应新课的引入,“为什么”“怎么办”是在老师的指导下经历科学探究过程,完成对物理概念和规律的探索并最终解决问题,是“问题链”设计的核心所在^[4]。而“怎么用”是所学知识的应用以及对自我的评价。“问题链”的设计是与培养学生核心素养一一对应的。

表 1

问题导向	目标指向	素养达成
是什么	对物理概念、规律、原理或者已知的内容进行批判性认识	物理观念
为什么	对物理概念、规律、原理进行理解	物理观念、科学思维
怎么办	对解决问题过程所涉及的模型建构、科学推理、科学论证及问题、证据等科学方法的运用	科学思维、科学探究
怎么用	对学习过程及结果进行反思与评价,科学技术与社会的联系	科学探究、科学态度与责任

3 “问题链”的常见类型及案例分析

课堂中的“问题链”是为教师的教、学生的学服务的,问法与方式多样。下文将以“电表的改装”一课为例,基于“问题链”的教学功能,介绍高中物理课堂中常用的“问题链”。

3.1 新课导入的问题链,寻求课堂的逻辑起点

好的课堂引入不仅能够吸引学生的注意力还可以让新旧知识衔接得更加顺畅。从学生的认知层次出发,设置“问题链”激发学生的认知冲突。利用学生的疑惑,将原来闭合的知识结构打开,有利于重新对知识的理解,深化对物理观念的认识,重新建立知识体系。

案例 1 课堂引入:电表到底是什么?

表 2

问题链	学生回答	设计目的
1. 你们在初中电路分析的时候,电压表与电流表可以视为什么?	电压表可以视为断路,电流表可以视为导线	1. 建立了本节课的逻辑起点:为什么要再学电表。 2. 诱发了学生的认知冲突,让学生从懂到不懂,为下面真正的懂做好铺垫。熟悉的知识质疑后变得陌生,通过再认识才能理解。 3. 启发学生思考如何验证电流表也不是导线,有了一定的延伸性
2. 如果电压表相当于断路,闭合开关你可以看到什么现象?(见图 2)	LED 电灯泡不亮	
3. 我们可以看到 LED 灯泡发光了,说明了什么?	电压表不可视为断路	
4. 从表面看,我们看不出电压表与电流表的区别与联系,下一步我们怎么做呢?	我们可以将电表打开,看看内部结构	4. 归纳引出了电表的共同部分——表头,而又点到为止规避了内部结构的探讨。 5. 由表入里,从电流表、电压表的外表深入到内部结构的研究,让学生的思维变得有力度
5. 从老师打开的十几个电表大家可以发现电表有什么共同点与不同点?(见图 3)	核心部分都有个表头,但是它与电阻的接法不一样	

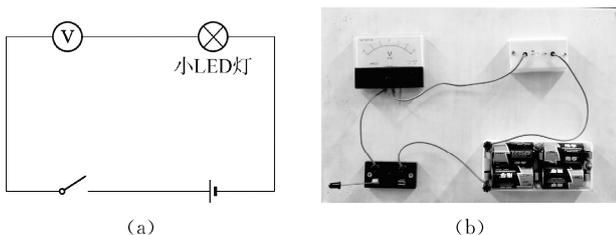


图 2 引入实验

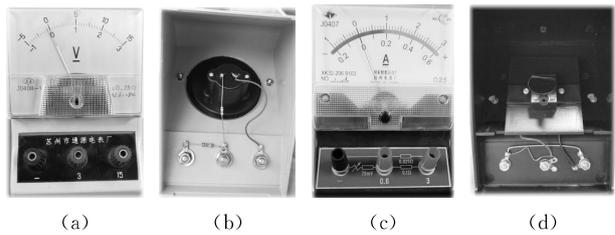


图 3 电表内部结构

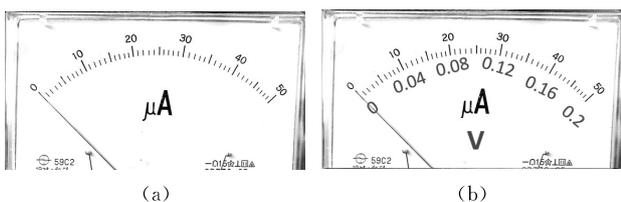


图 4 表头电压标注

3.2 深度思维问题链,抓住规律的本质
物理学科核心素养对学生的思维能力提出了较

表 3

问题链	学生回答	设计目的
1. 原来表头也是一个电阻,它和一般的电阻有什么不一样呢?	它是一个“聪明”的电阻,可以显示流过的电流	1. 延伸了本节课的逻辑:什么是电表,为什么要改装电表。 2. 由欧姆定律,当表头的电阻已知,表头既是电压表也是电流表,我们可以称之为“小量程多用电表”,这样既降低了表头的神秘感,也降低了电表学习难度
2. 原来表头就是一个小量程的电流表,那么如果已知表头的电阻是 4 000 Ω,它可以用来测电压吗?	我们可以用欧姆定律进行换算,看作电压表时候,量程为 0.2 V	
3. 那么为了方便我们使用它,你可以在刻度盘上标上对应的电压值吗?	学生开始在刻度盘上标出电压值。(见图 4)	
4. 表头既可以测电流也可以测电压,那么可以满足我们测量的需要吗?	不可以,量程太小	

3.3 深度探究问题链,培养学生的科学探究能力
“科学探究”是基于观察和实验提出物理问题、形成猜想和假设、设计实验与制定方法、获取和处理信息、基于证据得出结论并做出解释,以及对科学探

高的要求,需要学生搞懂问题的核心,能够透过现象看到本质。深度思维的问题链是教师为学生搭建的理解深层次规律的阶梯。学生借助深度思维性问题链提高对物理规律的理解层次,拓展思维,不断深化对物理规律的再认知。

案例 2 深度思维:为什么要对表头进行改装?

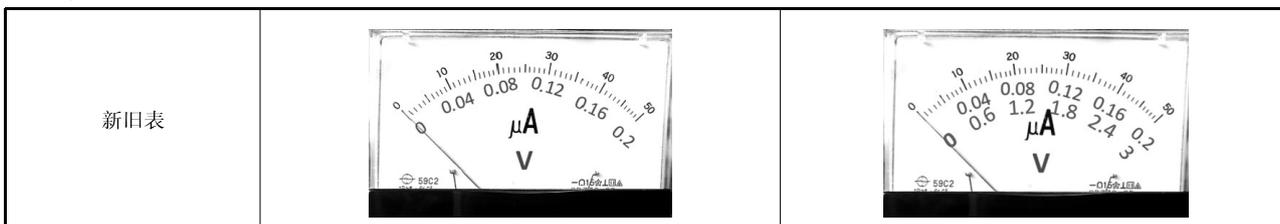
究过程进行交流、评估、反思的能力^[5]。鼓励学生通过理论与实验两个维度对问题进行探讨。既加强了学生的探究能力也锻炼了学生思维的严密性。

案例 3 深度探究:怎么样改装成电压表

表 4

问题链	学生回答	设计目的
1. 要想将量程扩大为 2 V 电压表,应该怎么办?	可以串联一个电阻	理论探究部分: 1. 继续延伸了本节课的逻辑:什么是电表,为什么要改装电表,怎么样改装电表。 2. 强调改装后的电压表还具有测电流的作用,可以大大降低学生理解电表改装的难度及其本质。 3. 由欧姆定律,降低了电表种类的神秘感,再由串并联电路的特点,继续降低了电表量程的神秘感
2. 串联的电阻阻值你能算出来吗?	56 000 Ω	
3. 你可以把现在的电压的数值标在刻度上吗?	可以	
4. 大家发现刻度均匀吗?	均匀	
5. 改装后的电压表还可以测电流吗?	还可以测电流,原来并没有改变满偏电流,也就没有改变电流表的量程	
6. 大家能够尝试将做成的电压表集中在一个纸盒内吗?	学生开始尝试做电压表(如图 5 所示)	实践探究部分: 4. 将电压表从“出生到量产”整个过程呈现在学生的面前。电表改装的面纱完全被揭开。 5. 巧妙的引入电表的校准,让学生享受改装成功激动人心的喜悦。 6. 引入实际问题,让学生不仅会“用”还会“修”,有利于促进学生深入学习
7. 怎么样能够验证你做的电压表是准确的?	可以利用一个标准表进行校准(如图 6 所示)	

表 5



续 表

内阻		
电流量程		
电压量程		

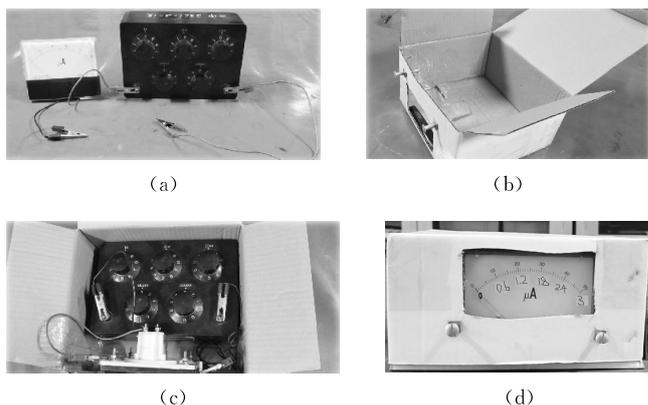


图 5 学生自制电压表过程

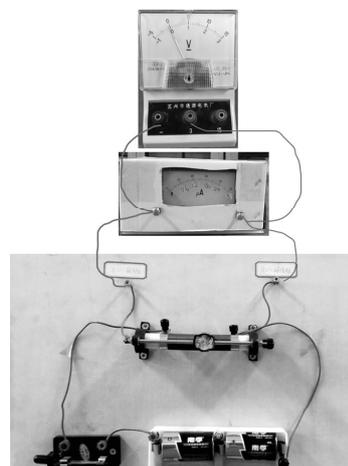


图 6 自制电压表校准

3.4 深度反思问题链,培养学生的科学态度与责任感

利用深度反思问题链,让学生在认识科学、技术、社会、环境关系的基础上,逐渐形成自我探索

自然的能力,严谨认真、批判严肃和不断反思自己的科学态度。

案例 4 深度反思:对伏安法测电阻的再认识

表 6

问题链	学生回答	设计目的
1. 大家在初中用过什么方法测电阻?	伏安法	1. 再次回顾初中伏安法测电阻知识,为后面的电学实验做好铺垫。 2. 让学生发现理想模型法可以降低对事物的理解难度,也明白对于事物的认识不是一蹴而就的,而是由浅入深的
2. 如图,待测电阻、电压表、电流表均相同。请你猜测一下两次电阻 R 的测量值是否相同? 	不相同	
3. 若不相同,造成这样的差别的原因是什么?	电压表与电流表内阻不可忽略	
4. 初中将大电阻的电压表视为断路,小电阻电流表视为导线是一种什么物理方法?	理想模型法	

4 “问题链”策略研究的反思与展望

问题链提供一种较为成熟的教学策略,它引导学生知道应该做什么并且还引导学生知道怎么做,不仅指明了研究问题的方向,还提供了一条有梯度的思维路径。问题链的设置要以培养学生的核心素养为第一要务,并且聚焦课堂,努力让探究变得详实与生动。

让学生感受到知识结构是清晰的,探究过程是严谨的,思维过程是严密的。从长远来看,利用“问题链”教学有利于培养学生的创造力、质疑精神,促进学生更好地理解科学本质;但从短期来看,不一定能立刻提升学生的学习成绩。需要我们用平和的心态,坚持不懈地努力,着眼于学生科学素养的提升,静待花开^[6]。

(下转第 3 页)

者终结于奇点。说明在很宽泛的条件下,只需要物质的能量是非负的,黑洞确实能够形成。彭罗斯这篇开创性的论文发表于 1965 年 1 月,至今仍被认为是自爱因斯坦以来对广义相对论最重要的贡献。现在,黑洞的中心存在奇点已成为科学界的普遍认识。

黑洞是什么?盖兹说:“很难将黑洞概念化。黑洞附近的物理法则与地球上的截然不同,以至于我们对所寻找的东西没有直觉。”她补充道:“所以说,我可以数学化地思考它,我可以抽象化地思考它,但很难形成一幅图像,因为时间和空间混在一起。”

要知道,黑洞在概念上是无法被窥视的,但科学家们可以间接地看到它的强大引力是如何牵引周围恒星运动的。

2 发现黑洞

黑洞引力非常强大,甚至连光线也无法逃逸,没有光线射出的边界称为“事件视界”。直接窥视黑洞是不可能的——黑洞所有的秘密都藏在它的事件视界内。

利用恒星的轨道作为向导,根策尔和盖兹提出了迄今最有说服力的证据,证明银河系中心隐藏着一个看不见的超大质量天体。

100 年前,美国天文学家哈洛·沙普利首先确定了银河系的中心,即射手座(又称人马座)方向。但直到 20 世纪 90 年代,随着更大、更先进的天文观测设备的出现,科学家们才得以对银河系中心进行更系统的研究。

根策尔和盖兹分别领导一个研究小组,自 20 世纪 90 年代初以来一直试图透过尘埃云观测银河系中央一个名为“射手座 A*”的区域。根策尔小组最初使用位于智利的新技术望远镜(NTT),而后使用位于智利帕拉纳尔山上的超大望远镜(VLT)研究。而盖兹小组则使用位于美国夏威夷冒纳凯阿山上的凯克天文台研究。这个天文学团队的主要工作就是利用夏威夷巨大的凯克望远镜长期跟踪银河系中心的人马座

A* 区域,并用复杂的计算测量其中的超大质量黑洞。

近 30 年来,根策尔和盖兹的团队不断完善观测技术,追踪了银河系中心一光月半径内 30 颗最亮的恒星,其中一颗名为 S2 的恒星被发现在不到 16 年的时间内完成了它绕银河系的轨道运行一圈,而太阳绕银河系的轨道绕行一圈要花 2 亿多年,科学家们绘制出 S2 的恒星的完整轨道。

两个研究团队在数十年如一日的观测后得出一致结论:银河系中心存在一个质量非常大且看不见的天体,在不超过太阳系的空间中聚集了约 400 万个太阳的质量,使周边恒星急速旋转。对这个看不见的天体,目前唯一合理的解释就是它是一个黑洞。

2019 年 4 月 10 日,由全球 8 台射电望远镜组合而成的“事件视界望远镜”项目拍摄到人类历史上第一张黑洞照片。被拍到的这个黑洞位于一个名为 M87 的星系中央,其质量是太阳的 65 亿倍。

2019 年世界上第一张黑洞照片出现了,如图 1 所示,在科学界中引起了轰动。

诺贝尔物理学奖委员会主席大卫·哈维兰(David Haviland)表示:“今年获奖者们的发现为致密和超大质量天体开辟了新天地。但是,这些奇异天体仍有许多待解之谜,激励未来研究。不仅有关于它们内部结构的问题,还有如何在黑洞附近的极端条件下检验我们的引力理论。”

可以预料,2020 年诺贝尔物理学奖将鼓励人们继续仰望星空,探究宇宙的奥秘,作为宇宙中时空弯曲最极端的区域,黑洞研究也将得到进一步发展。(感谢前主编钱振华教授的帮助和指导。)

参考文献

- [1] 罗国芳. 解读 2020 年诺贝尔物理学成果:他们“看到了”黑洞[N]. 新华每日电讯,2020-10-07.
- [2] 史蒂文·古布泽(Steven S. Gubser),弗兰斯·比勒陀利乌斯(Frans Pretorius). 黑洞之书[M]. 苟利军,郑雪莹,赵雪杉,译. 北京:中信出版社,2018. 11.

(上接第 28 页)

希望我们对“问题链”策略进行进一步的研究,可以让学生了解复杂的问题使用“问题链”分步化,简单的问题使用“问题链”结构化,从而学好物理,改变世界!

参考文献

- [1] 安富海. 促进深度学习的课堂教学策略研究[J]. 课程·教材·教法,2014(11):57—62.
- [2] 任虎虎. 指向深度学习的高中物理思维型课堂构建的研究[J].

物理教师,2019(7):28—31.

- [3] 方涛. 指向深度学习的深度备课[J]. 物理教师,2019(9):39—43.
- [4] 方林,陶士金,许新胜. 浅议高中物理单元教学问题链的设计与实施[J]. 物理教学探讨,2020(3):77—80.
- [5] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版)[S]. 北京:人民教育出版社,2018.
- [6] 陈新华,刘霁华. 体现科学本质的物理探究教学[J]. 物理教师,2019(7):11—14.