深度学习视域下应用思维可视化工具的“电路故障分析”教学

张 瑶[1] 严晓梅[2]
(1. 北京师范大学昌平附属学校,北京 102206; 2. 上海交通大学教育学院,上海 201100)

摘 要: 从深度学习视角,对“电路故障分析”教学进行重构,以落实物理学科核心素养为目标,改变传统教学中记忆、应试的模式,师生共同以一种新的思路进行电路故障的分析与查找.在教学活动中,借助思维可视化工具,帮助学生将问题显性化,有助于培养学生自主迁移与运用的能力.

关键词: 深度学习; 核心素养; 思维可视化工具; 电路故障分析

1 问题的提出

《义务教育物理课程标准(2022 年版)》指出,物理教学强调真实问题情境,引导学生不断探索,提高分析问题、解决问题的实践本领和科学思维能力,发展核心素养.[1]教师应依据教学内容、教学对象等实际情况,开展多样化的教学方式,发展学生的科学思维.这对教师教学提出了新的要求.在实际教学中,教师往往面临改变教学方式表面化、单一化、浅显化的挑战.

电路故障分析属于欧姆定律应用的部分内容,在以往教学中,教师会总结口诀如“短路部分无电压”“断路部分有电压”来帮助学生解决问题.对于大部分习题,这个口诀比较适用,因此在课时紧张、考试压力的双重背景下,这节课逐渐被演化为:教师教学生做题的口诀,学生利用口诀去不断实践,以达到会做电路故障题的目的.但是学生也因此脱离情境,失去思维进阶的机会,形成了应付考试、简单复制的浅层学习模式.如何帮助学生通过分析电路故障掌握这一类解决问题的方法,转向以知识为载体,素养发展为目标的课堂教学,是亟待解决的问题.

深度学习可以克服浅层学习的弊端.本课以深度学习作为理论框架,对教学设计进行重构.深度学习是指在教学中学生积极参与、全身心投入、获得健康发展的、有意义的学习过程.[2]初中物理深度学习指学生围绕具有挑战性的物理学习主题,全身心参与以生活实际情境和物理实验为主的多种研究活动及情境互动,从形成物理观念的视角,运用模型建构与推理论证等科学思维方式,解决真实问题,获得物理学科核心知识,把握物理学科的本质及思想方法.[3]深度学习具有 5 个特征:联想与结构、活动与体验、本质与变式、迁移与应用、价值与成长.[2]

近年来,许多教育研究者对深度学习进行探索与实践.其中,思维可视化被认为是一种有效开展深度学习的策略.有学者指出,思维可视化不仅仅是辅助教与学的工具,更重要的是建立起深度学习的发生机理,聚焦认知过程,以可视化的方式达成深度学习.[4,5]笔者以研究课“电路故障分析”为例,以核心素养为导向,以欧姆定律核心知识为载体,创设真实情境,设计挑战性任务,利用思维可视化工具,促进学生的深度学习,以期为初中物理教学提供新的思路和方法.

2 深度学习视域下的教学内容与学情分析

2.1 单元教学设计

本单元主要学习活动如图 1 所示,本节课既是对前面规律的综合应用,也是为本单元大任务的完成做铺垫. “电路故障分析”一节属于应用规律解决问题,学生已经掌握了欧姆定律内容,熟悉串、并联电路特点,能熟练使用电流表、电压表,会进行简单的串、并联电路连接.

2.2 学生的障碍点分析

从单元设计角度分析学生学习的思维障碍点.学生在解决问题时,由于对电路分析能力较弱,没有形成应用欧姆定律知识解决实际电路问题的方法.在实验中遇到电路故障,学生往往采用寻求教师帮助的方式解决问题,在心理上依赖教师.根据平时的教学观察,发现对于学生来说,从电压表示数异常来分析电路中可能存在的故障以及逐点检测法确定电路故障位置,存在一定困难.

基金项目:本文系北京市教育科学“十四五”规划 2022 年度一般课题“初中物理教学中学生科学思维品质的培养策略研究”(课题批准号:CDDB22439)研究成果.

中国知网 https://www.cnki.net

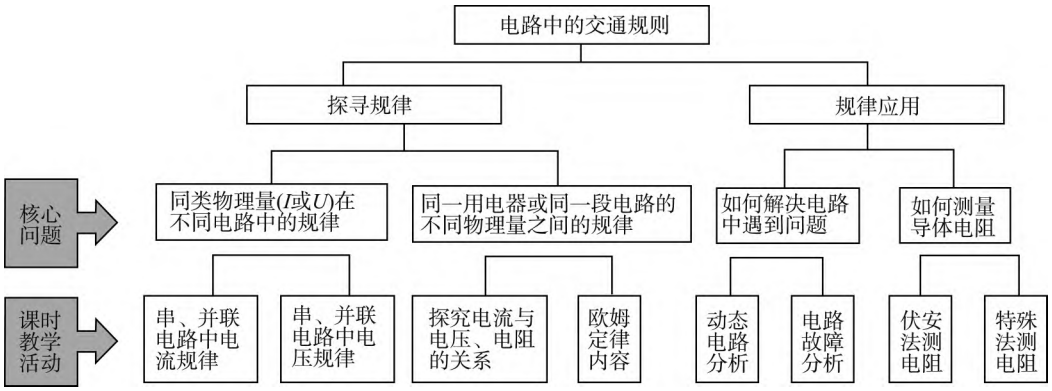


图 1 “电路中的交通规则”单元教学设计

同时，对于初中阶段的学生，学生课堂上注意力不能长时间集中，需要创设情境，吸引学生注意力.在学科素养导向下，更要帮助学生在解决真实问题的过程中，培养学生表达观点、分析问题的能力.

2.3 核心素养导向的课时目标

基于以上单元内容分析和学生的学情分析，本节课的教学目标设计如下.

(1) 物理观念：会描述电路故障现象，知道什么是电路故障.

(2) 科学思维：通过画思维导图形式，从已知现象及条件出发，寻找可能出现的电路故障，从可能性的公共部分确定电路故障的位置，实现从知识到思维的进阶.

(3) 科学探究：经历观察与实验过程，培养学生对电路故障的分析判断能力；会用电流表、电压表判断串联电路中的短路、断路故障位置，并排除故障.

(4) 科学态度与责任：经历观察电路故障现象、查找电路故障、排除电路故障的过程，培养学生严谨的科学态度和小组协作精神；学会分析问题方法，找到问题关键，解决生活中遇到的其他困惑.

3 深度学习视域下应用思维可视化工具的教学过程

基于上述深度学习的特征，借助思维可视化工具，设计了以下教学流程，如表 1 所示.

表 1 深度学习视域下“电路故障分析”教学流程

联想与结构	在真实实验情境中，抽象出物理问题
活动与体验	小组活动，利用可视化思维工具探究“电路故障分析”的研究思路和方法
本质与变式	利用可视化思维工具探究并总结，在不同情境下“电路故障分析”的方法

续表

迁移与应用	在课堂教学中模拟实践操作，查找电路故障，更换完好元件，使电路恢复正常
价值与成长	本节课使用的思维图示可帮助学生分析生活中的复杂问题，找到问题关键

3.1 创设情境，会描述电路故障现象

电路故障既是生活中常见的现象，又是学生在实验中面临的常见问题，将故障以真实的情景呈现在课堂上，引导学生查找电路故障.

问题设计 1：实验室部分定值电阻铭牌模糊不清，需要测量定值电阻的阻值.请同学们检查本组电路是否连接正确？如图 2 所示电路，若检查连接无误，请闭合开关，完成测量任务.

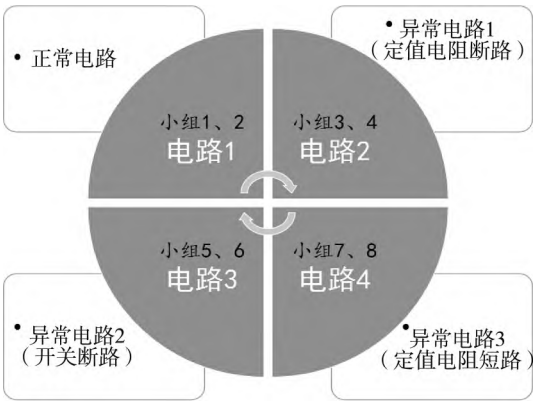


图 2 “电路故障分析”小组活动

学生活动 1：各小组检查本组电路连接无误，闭合开关，移动滑动变阻器的滑片位置，观察现象，出现以下几种情况：

正常现象(学生小组 1、2)：电流表和电压表均有示数，调节滑动变阻器滑片位置，两表示数发生变化.

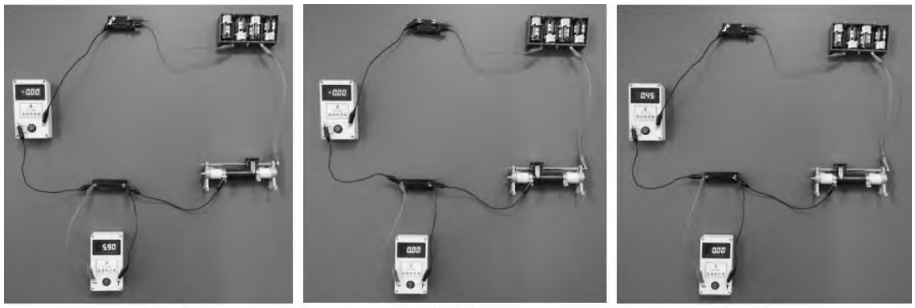
异常现象 1(学生小组 3、4)：如图 3(甲)所示，

中国知网 https://www.cnki.net

电流表无示数，电压表有示数，调节滑动变阻器滑片的位置，电压表的示数不发生变化.

异常现象 2(学生小组 5、6)：如图 3(乙)所示，电流表和电压表均无示数，调节滑动变阻器滑片的位置，两表的示数均不发生变化.

异常现象 3(学生小组 7、8)：如图 3(丙)所示，电流表有示数，电压表无示数，调节滑动变阻器滑片的位置，电流表的示数不发生变化.



(甲) (乙) (丙)

图 3 电路故障现象

问题设计 2：请你思考电表异常的原因有哪些？

学生活动 2：小组讨论，分析原因.回顾电路中出现短路、断路情况的原因有哪些，明确电路故障现象.

设计意图：学生小组在真实实验情境下，遇到电路故障，并能描述故障现象，提出物理问题，培养学生表达观点、分析问题的能力，为后面故障分析做铺垫.

3.2 任务驱动，探究“电路故障分析”的研究思路和方法

问题设计 3：针对异常现象 1，电流表无示数，电压表有示数.首先分析电流表无示数，电路中可能存在哪些故障？(条件：电路中只有一处故障，两块电表完好、导线完好)

学生活动 3：小组利用电路图分析原因，电源没电、用电器断路(定值电阻、滑动变阻器)，如图 4 所示.

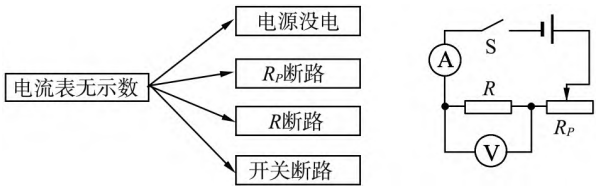
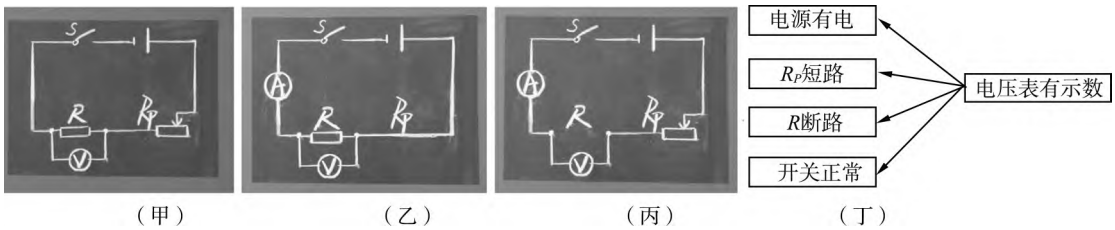


图 4 闭合开关后电流表无示数，可能存在的电路故障情况

问题设计 4：针对异常现象 1，接着分析电压表有示数，电路中可能存在哪些故障？利用黑板贴上的电路图分析，如图 5(甲)所示.

学生活动 4：小组讨论分析，电压表有示数，说明电压表两端与电源连通了(遮住与电压表并联的用电器，观察电压表两端回到电源经过了哪个用电器).可能存在情况如图 5(乙)(丙)所示，分析电路可能存在的故障情况如图 5(丁)所示.

问题设计 5：只凭一块表，无法确定故障位置.结合两种情况下的可能性，可以排除哪些情况？



(甲) (乙) (丙) (丁)

图 5 闭合开关后电压表有示数，可能存在的电路故障情况

学生活动 5：学生讨论，回答电压表有示数，说明电源没问题，还能排除开关断路的可能.滑动变阻器不可能既断路又短路(相互矛盾的可排除).

如图 6 所示，观察分析的情况，发现两次分析均出现了“R 断路”.判断电路故障：定值电阻 R 断路.

中国知网 https://www.cnki.net

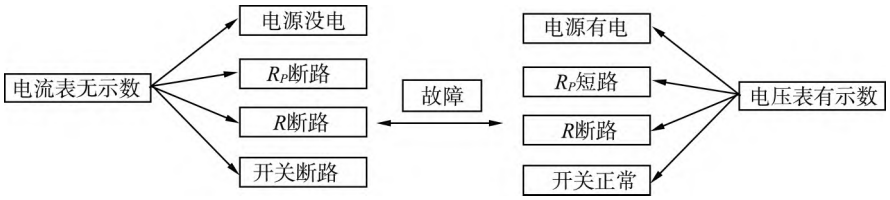


图 6　综合电流表、电压表示数异常分析电路故障位置及类型

设计意图：学生利用已有知识完成活动 3 并不困难，但是完成活动 4 存在一定障碍.通过提前准备黑板贴（电路图），让学生分析电压表有示数的可能原因.可以适当引导学生，电压表相当于一个大电阻，结合如图 6 所示思维可视化工具进行分析，得出结果.学生在分析过程中可能会有根据已知条件排除一些可能的意识，但是还不能完整地表达分析过程，因此，师生共同总结查找故障方法：从已知现象和条件出发，分别分析电流表无示数的原因、电压表有示数的原因，找出可能性的共同部分，即为电路故障位置.

3.3　迁移应用，优化检测方法

深度学习的特征之一是学习者将学习的知识和方法从一种情境迁移运用到另一种情境，[3] 因此，深度学习的应用迁移十分关键.本环节通过问题设计，检验学生是否能迁移应用上述分析方法，同时也在为学习逐点法检测电路故障做铺垫.

问题设计 6：针对异常现象 2，电流表无示数，电压表无示数，你能否利用上述方法，分析并查找出电路故障类型及位置？

学生活动 6：学生以小组为单位，从电压表、电流表无示数情况分别出发，分析可能出现的电路故障情况，小组进行展示交流.

问题设计 7：利用上述方法，你发现了什么问题？

学生活动 7：学生小组讨论可能性的公共部分有电源、滑动变阻器 R_P、定值电阻 R.故障在这 3 部分中，但是不能确定在哪个位置，如图 7 所示.

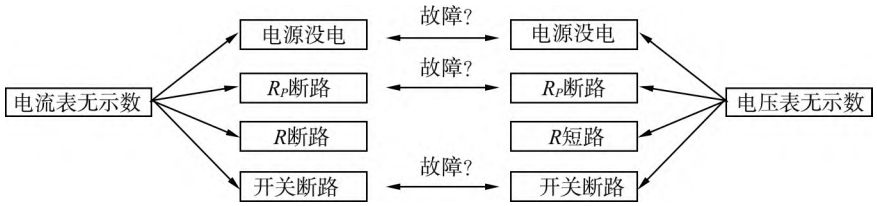


图 7　综合电流表、电压表均无示数分析的电路故障情况

问题设计 8：你可以确定哪一部分是正常的吗？

学生活动 8：分析回答定值电阻不可能既断路又短路，因此可确定定值电阻 R 是正常的.

问题设计 9：如何进一步确定故障位置呢？

学生活动 9：需要挪动电压表位置，利用上述方法判断（图 6）.先将电压表并联在电源两端，若电压表无示数，则说明电源有问题；若电压表有示数，则说明电源没问题，需要再次挪动电压表位置.若电压表并联在滑动变阻器两端，若电压表有示数，则说明滑动变阻器断路；若电压表无示数，则说明滑动变阻器没有问题，故障在其他位置，需要依次挪动电压表位置，依次类推.

设计意图：学生能够利用所学知识分析电压表、电流表无示数可能存在的电路故障，能够利用本节课学习的分析方法得知故障可能在哪些部分，这是检验学生是否掌握本节所学知识和方法的第一层级；但是这里通过设计认知冲突，即两块电表均无示数，只能确定哪部分正常，无法确定电路故障的位置，需要挪动电压表位置才能确定.这就是进一步检验学生是否能将本节课所学分析方法迁移应用的第二层级.

3.4　实践应用，解决实际问题

本环节通过实践应用，检验学生是否能迁移应用上述分析方法解决实际问题.

问题设计 10：大多数情况电路比较复杂，用电器数量多，断路位置还可能出现在导线、电表等位置，有没有快捷的方法，确定电路故障位置？

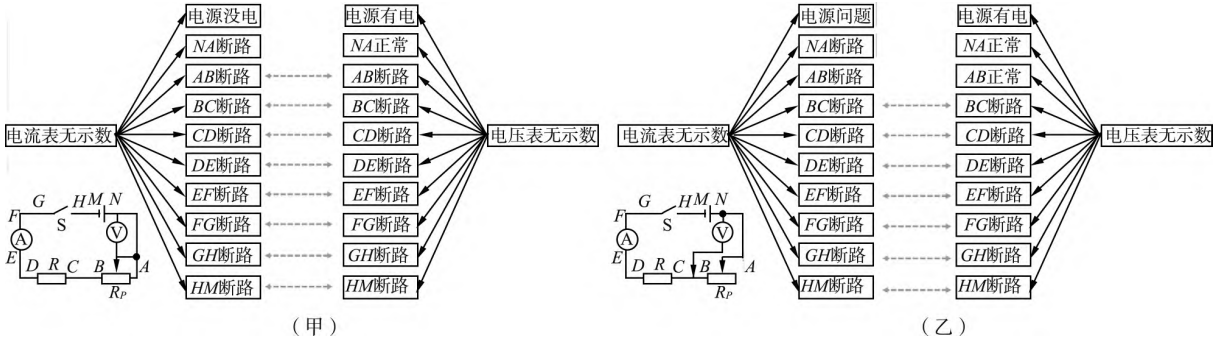
学生活动 10：小组讨论，尽量避免重复检测，可给电路分区域检测.

问题设计 11：将电压表正接线柱与电源正极相连，依次将负接线柱接到 A、B、C 等接线处，进行排

中国知网　https://www.cnki.net

查.首先接到 N 点,发现电压表有示数,说明电源没问题.若接到 A 点,电压表无示数,说明什么?

学生活动 11:思考回答若接到 A 点,电压表无示数,说明 N_A 部分正常,如图 8(甲)所示.

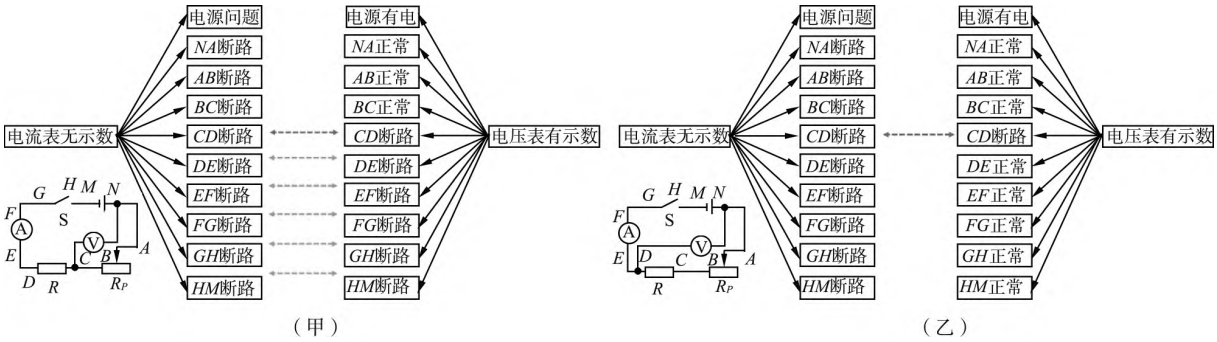


(甲) (乙)

图 8 逐点法检测电路故障

问题设计 12:若接到 C 点,电压表无示数,说明什么?若接到 D 点,电压表有示数,说明什么?

学生活动 12:小组讨论,回答若接到 C 点,电压表无示数,说明 AB 部分也正常,$N-B$ 正常,如图 8(乙)所示.若接到 D 点,电压表有示数,说明电压表可以连接到电源两端,$D-H$ 正常,结合前面判断 $N-C$ 正常,则故障位置为 CD 处,如图 9(甲)(乙)所示.



(甲) (乙)

图 9 逐点法检测电路故障

问题设计 13:这种检测方法有什么好处?

学生活动 13:思考确定 CD 处故障,后面就不用一一排除了(假如电路只有一处故障),避免重复检测,提高效率,如图 9(乙)所示.

问题设计 14:请你利用本节课所学方法,检查本组实验的电路故障,并排除电路故障.

学生活动 14,小组活动,分析过程如下:

……现象 1,分析可能存在故障;

……现象 2,分析可能存在故障;

……现象否定了……的可能性.

故障分析结果……

小组利用本节所学方法找到电路故障位置,更换完好元件,使电路恢复正常状态.

问题设计 15:针对异常现象 3,思考电路中电压表无示数、电流表有示数,电路中可能存在什么故障?

学生活动 15:小组课下讨论,完成任务,画出分析过程,下节课做展示交流.

设计意图:将解决问题的思维过程“图示般在大脑中呈现”,能形成稳固、可迁移的解决问题策略.[6]由于课堂时间有限,将短路故障分析放到课后进行,给学生充足的时间思考和消化.在真实情境下引入问题,最后利用所学方法解决本组真实情境下遇到的问题,学生经历了完整的探究过程,挑战性学习任务由简到难,层层递进,符合初中学生思维发展规律,通过问题变式与合作拓宽学生解决问题的思维宽度.[7]

4 深度学习视域下应用思维可视化工具的评估与反思

本节课的教学设计基于深度学习理论,针对学生的障碍点,通过创设真实情境,借助思维可视化工具提升学生的思维能力.通过 (下转第 46 页)

中国知网 https://www.cnki.net

了科学论证.将抽象的物理过程可视化,从感性认识入手,学生接受起来更容易,扩展了学生学习的方式和手段,提高学生自学能力.[2]

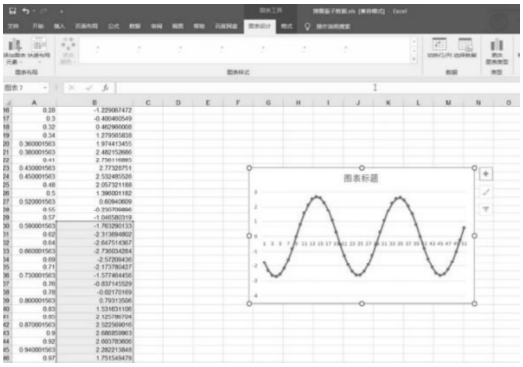


图 6　导出数据拟合图

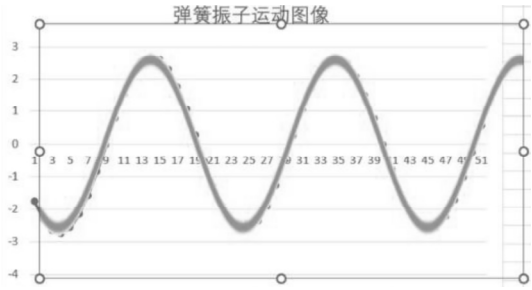


图 7　拟合图与标准正弦曲线对比图

4　设计创新点

从可视化教学的直观化、互动性等方面分析,[3]本设计具有以下创新点.

(1) 直观性强.利用激光在荧光画布留下的痕迹在较暗的环境下可以留存几分钟的性质,可以将弹簧振子的位移—时间图像"可视化"显示在荧光画布上;利用手机作为振子,将智能手机和希沃白板连接网络,即可将弹簧振子的位移—时间图像及规律探究过程投屏供全班学生观察,直观性强,便于实时观察,增强学生体验.

(2) 互动性强.实验用品常见易得,而且容易引起学生兴趣,适合开展.学生亲身参与互动性探究,定性探究过程中弹簧振子的振幅大小、荧光画布运动的速度等可以由学生自己掌握和改变;定量测定过程中,运用图尔敏论证模型带领学生开展科学论证,互动性强,丰富学生探究体验.[4]

(3) 可反复使用.荧光画布使用后在较亮的环境下几十秒即可恢复原状,便于反复探究使用.信息化深刻影响着教育的方方面面,信息技术的应用使科学教育的教学方法更加多样化和个性化.在物理教学中融入现代信息技术手段作为辅助,进行"可视化"教学,可以充分调动学生的积极性,提高参与度;化抽象为直观,增强探究的互动性;开展"可视化"论证,培养学生科学思维,从而提升学生的核心素养.

参考文献:

1　中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)[S].北京:人民教育出版社,2020.
2　宋勇.从基于经验到基于证据的物理可视化教学实践研究——以"探究凸透镜成像规律"为例[J].物理教师,2022,43(1):36—39.
3　刘健智,程婷.GeoGebra 软件在物理可视化教学中的应用[J].物理教师,2021,42(6):70—73.
4　荆鹏,李超凡,侯恕.融通转化"天宫课堂"素材促进落实物理学科育人[J].物理教师,2022,43(5):11—13.

(收稿日期:2024—04—05)

(上接第 43 页)

实践发现,深度学习理论的指导,有助于实现课堂从简单的记忆转向高阶认知能力和核心素养的培养.在本节课中,学生通过学习掌握一种新的查找电路故障的通用分析方法:从已知条件出发分析故障情况,可能性的公共部分即为答案.在教学中,思维图示化的方式,将比较抽象和复杂的分析过程,直观地呈现给初中生,形成问题分析的工具.该工具还可帮助学生在其他情境下找到问题关键,有效帮助学生掌握解决问题的方法,提升了学生解决问题的能力,充分体现了物理学科的育人价值.

参考文献:

1　中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022 年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社, 2022.
2　刘月霞,郭华. 深度学习:走向核心素养(理论普及读本)[M]. 北京:教育科学出版社, 2018.
3　李春密. 深度学习:走向核心素养(学科教学指南·初中物理)[M]. 北京:教育科学出版社, 2020.
4　胡航,王灵钰.深度学习思维可视化方法与策略[J].今日教育,2022(4):47—50.
5　李明哲.可见与可鉴:指向高阶思维的物理习题教学[J].物理教师,2023,44(10):90—92.
6　蔡钳, 陈信余.解决问题过程中的"可视化思维"尝试[J].物理教师,2021,42(7):92—95.
7　周建秋.指向深度学习的初中科学"五度"教学路径[J].物理教师,2023,44(1):51—53.

(收稿日期:2024—01—31)

中国知网 https://www.cnki.net