



物理学科项目化学习设计*

——以“高压屏蔽服”为例

叶文佳 李悦童 张轶炳

(宁夏大学物理与电子电气工程学院 宁夏 银川 750021)

(收稿日期:2022-06-07)

摘要:随着新课标的实施,以情境创设与驱动性问题为主要特征的项目化学习已成为培养学生物理学科核心素养及跨学科素养的重要手段.基于对项目化学习的内涵及设计的理解,提出素养视角下物理学科项目化学习设计的流程及要素,并以“高压屏蔽服”为主题展示具体案例,为设计与实施物理学科项目化学习提供参考.

关键词:项目化学习;核心素养;静电

《普通高中物理课程标准(2017版)》中的教学建议指出“在教学设计和教学实施过程中重情境的创设,创设情境进行教学,对培养学生的物理学科核心素养具有关键作用;通过问题解决促进物理学科核心素养的达成.”^[1]而项目化学习的主要特征在于真实的驱动性问题以及学生在真实情境中对这个驱动问题展开探究.绝大多数的项目化学习是发源于自然学科领域的,而且大多数实证研究表明,项目化学习在自然科学课堂中是具有积极价值的^[2].可见,随着新课标的实施,项目化学习不再只是一种拓展性课程,已然成为培养学生核心素养的一种重要手段.因此,寻找项目化学习与物理学科的结合点,将素养培养落到实处,是一个值得探讨的课题.

1 物理学科项目化学习的内涵及设计

夏雪梅博士将素养视角下的项目化学习界定为:在一段时间内,学生对与学科或跨学科有关的驱动性问题进行深入持续的探究,调动所有知识、能力、品质等创造性地解决新问题,形成公开成果,对核心知识和学习历程产生深刻理解,并能够在新情境中进行迁移^[3].按照项目化学习所覆盖的知识范围的大小、对学校课程的影响力度,将项目化学习划

分成不同的课程样态,从小到大分别为:微项目化学习、学科项目化学习、跨学科项目化学习、超学科项目化学习^[2].在本文中我们所讨论的就是学科项目化学习.综上所述,物理学科项目化学习是以物理学科的关键学科知识、能力为焦点,以培养物理学科核心素养为目标,用驱动性问题指向这些知识、能力及素养目标,在解决问题的过程中进行学科与学科、学科与生活、学科与人际的联系与拓展,用项目成果呈现出对知识的创造性、运用和深度理解.

基于对物理学科项目化学习的理解,我们进行项目化学习设计,首先需要明确项目所指向的学科素养与跨学科素养,并将其贯穿项目实施过程;其次,需要站在整体设计的高度,将对“知识点”的教学转化为确定核心知识;再次,情境作为项目化学习的关键要素,如何将多种情境与核心知识联系,并由此引出驱动性问题,是进行学科项目化设计的要点;最后,项目化学习强调“以学生为主体”,因此在进行项目化学习设计时,不仅仅是“教的设计”,更应注重“学的设计”.

基于以上对物理学科项目化学习内涵及设计的理解,我们确立了如图1所示的物理学科项目化设计流程与要素.

* 国家自然科学基金“西北民族地区科学探究教育绩效评价及影响因素研究”资助项目,项目编号:7166304.

作者简介:叶文佳(1999-),女,在读硕士研究生,研究方向为中学物理教学.

通讯作者:张轶炳(1964-),女,硕士,教授,主要研究方向为物理教育.

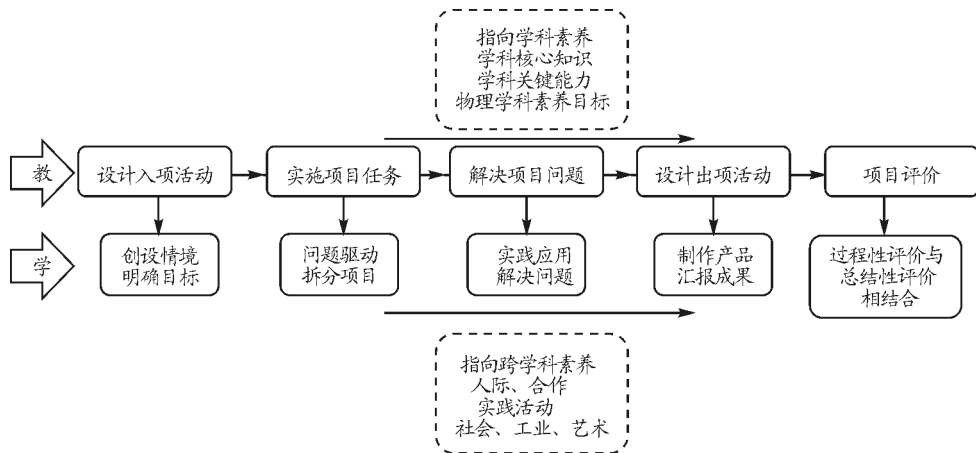


图1 物理学科项目化学习设计流程

2 物理学科项目化学习设计案例——高压屏蔽服

本节以“高压屏蔽服”为例,主要面向高二年级学生,将静电部分的核心知识置于“探索高压屏蔽服并制作静电防护产品”这个丰富且具有挑战性的情境问题中来,并通过驱动性问题将项目拆分为多个项目活动,引导学生进行持续思考与自主探究,将静电知识与实践、社会、工业、艺术、人际等跨学科相结合,从而培养学生的学科素养与跨学科素养。

表1 “探索高压屏蔽服”物理学科核心素养目标设计框架

项目活动	指向物理学科核心素养的项目化学习目标
入项活动:认识巡线工与高压屏蔽服	科学态度与责任:通过对巡线工人及高压屏蔽服的认识,体会物理学科对社会生活与工业的影响,激发学生学习物理的兴趣
项目活动1:探索高压屏蔽服的材料及其特性	物理观念:通过查阅资料、观察现象,了解高压屏蔽服所用的主要材料是金属;知道金属是一种导体,了解金属导体的特性
项目活动2:建构静电平衡模型	科学思维:通过小组讨论及质疑创新,能够了解金属导体在电场中的电荷分布,建构静电平衡模型,并画出静电平衡模型图
项目活动3:设计实验验证静电平衡模型	科学探究:经历设计实验、进行实验、解释交流的过程,能够验证静电平衡状态下电荷聚集到导体的表面,导体内部不带电
项目活动4:进行金属笼静电屏蔽实验	科学探究:经历提出问题,设计实验验证金属笼的静电屏蔽作用的过程
项目活动5:分组讨论高压屏蔽服的工作原理及巡线工人的防护	科学思维:能应用静电平衡状态、静电屏蔽等静电知识解释高压屏蔽服的原理并提出与静电知识相关的防护措施。 科学态度与责任:通过解决项目问题认识到物理学科的重要性,激发学生探索自然的动力

2.2 项目指向的跨学科素养

物理学科项目化学习不仅限于培养学生的物理学科核心素养,还力求在引导学生解决问题的过程中

以下展示物理学科项目化学习的具体设计及实施过程。

2.1 项目指向的物理学科素养

学科核心知识:静电感应,电场线,导体的性质,电荷守恒定律,电场强度的叠加,静电平衡状态,静电屏蔽。

学科关键能力:实验探究,建构模型,归纳总结,分析论证,问题解决,质疑创新。

物理学科核心素养目标:具体内容如表1所示。

促进学科与学科、学科与生活、学科与人际的联系与拓展,以达到培养学生跨学科素养的目标。“高压屏蔽服”项目化学习所涉及的跨学科素养如图2所示。

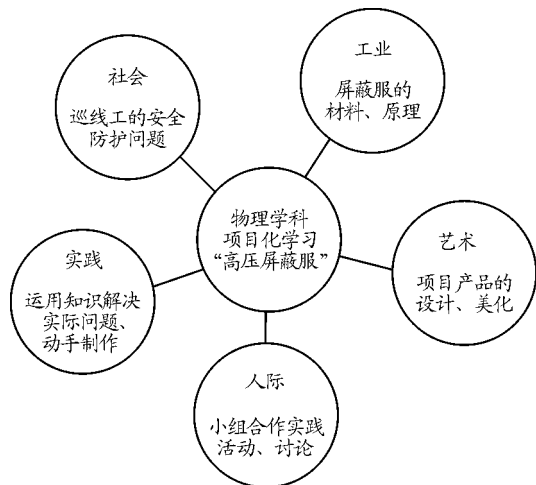


图2 “高压屏蔽服”项目化学习项目指向的跨学科素养

2.3 项目实施

2.3.1 创设情境,明确目标

【入项活动】观看视频——有这么一群人,他们辛勤劳作,为电力线路“看诊把脉”;他们不畏艰难,保证用户用电安全.他们就是坚守在供电保障一线的巡线工人.现代社会,高压电线无处不在,人体若是触电的话是十分危险的,因此电力设施需要经常检修,这就需要我们的巡线工人爬到高压线上进行检查.那为什么巡线工人能在高压线上行动自如呢?其实,巡线工人在作业时会带上作业设备,穿着高压屏蔽服.成套的屏蔽服装应包括上衣、裤子、帽子、袜子、手套、鞋及其相应的连接线和连接头.

【明确项目目标】作为小小科学家,你能解释高压屏蔽服的奥秘吗?身处北方,天气干燥,我们身边的静电无处不在,这也给我们造成了困扰,你能不能也做一个产品进行防护呢?

2.3.2 问题驱动,拆分项目

【驱动性问题 1】高压屏蔽服的主要材料是什么?它的主要特性是什么?

【项目活动 1】小组合作探索高压屏蔽服的材料及其特性.

学生自行组成小组,3~4人为一组,教师提供若干平板与高压屏蔽服角料,学生活动如下.

网上查阅资料:由高压屏蔽服线上产品介绍可得高压屏蔽服是由均匀的导体材料和纤维材料制成的服装.

观察高压屏蔽服角料:触摸屏蔽服角料发现屏蔽服比普通的衣服更厚、更硬,里面似乎夹着什么东西;将屏蔽服角料点燃,可以看到只剩下一层金属网.

探索金属特性:金属大多数为电和热的优良导体,有延展性,密度较大,熔点较高.金属在自然界中广泛存在,在生活中应用极为普遍,在现代工业中是非常重要的应用最多的一类物质.由于金属的电子倾向脱离,因此具有良好的导电性,固态金属导体内,有很多可移动的自由电子,电子在金属中可以定向移动.

【驱动性问题 2】为什么在高压带电环境下反而穿着含有导电性金属的防护服呢?金属导体在电场中会出现什么现象呢?

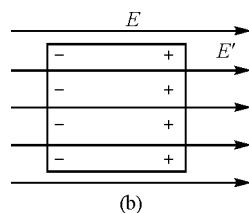
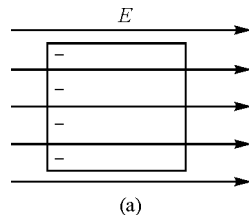
【项目活动 2】小组合作建构静电平衡模型.

学生分组讨论,自由表达,教师关注学生小组讨论情况并适当进行引导,部分小组讨论展示如下.

生甲:金属导体中穿梭着自由电子,自由电子带负电,在电场中,所有的自由电子由于电场力的作用,会向导体的一端移动,使金属导体的一端聚集了负电荷.画出如图3(a)所示的模型图.

生乙:但是根据电荷守恒定律,金属导体的一端得到电子,另一端就会由于失去电子而带正电.这就是我们前面学习的静电感应,金属导体在电场中会发生静电感应,在一端感应出正电荷,一端感应出负电荷.画出模型图如图3(b)所示.

生丙:我认为金属导体两端聚集的正负电荷,也会产生一个电场,如图3(c)所示.



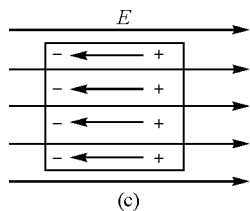


图3 静电平衡模型图

师:很好,同学们的观点都有理有据,老师刚刚在你们小组讨论中听到有同学说“所有”的自由电子由于电场力的作用会向导体的一端移动.同学们思考一下这个说法合不合理呢?

生丁:我认为这个说法不合理,我们前面分析了金属导体在电场中会在两端聚集异种电荷,此时会产生一个电场 E' ,随着正负电荷的聚集, E' 逐渐增大,根据电场强度的叠加, E' 与原场强 E 的合场强逐渐减小,当合场强为零时,自由电荷的定向移动就会停止,所以不是“所有”的自由电子都会移动到导体的一端.

归纳总结:导体在电场中发生静电感应现象,感应电荷的电场与原电场叠加,使导体内部各点的合场强等于零,导体内的自由电子不再发生定向移动,我们把这种状态称为静电平衡状态.

【驱动性问题3】怎么设计实验验证静电平衡状态下电荷聚集到导体的表面,导体内部不带电?

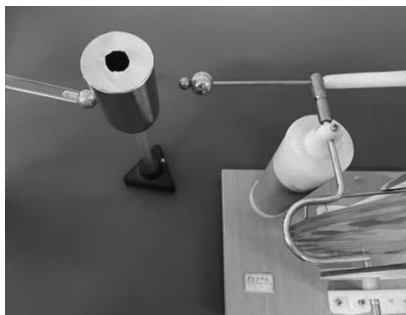
【项目活动3】设计实验验证静电平衡模型.

学生进入实验室,教师提供感应起电机、金属导体、带绝缘支架的金属球、金属笼、静电计等实验仪器,部分小组项目活动过程如下.

设计实验:使用带绝缘棒的U形金属导体、验电棒、静电起电机、感应起电机进行实验,用金属片将开口的U形导体封住,并在金属片上挖开小孔供验电棒进入.转动感应起电机的手柄,用感应起电机的金属球靠近金属导体,使金属导体处于电场之中,用验电棒分别接触金属导体外表面及内表面,再将验电棒接触静电计,观察静电计的指针变化,如图4所示.

分析论证:当验电棒与金属导体外表面接触后,静电计中的两个指针之间产生张角.而与金属导体内表面相接触后,静电计中的两个指针依旧保持竖直向下并贴合的状态.验证了导体内部没有电荷,电

荷只分布在导体的外表面.



(a)



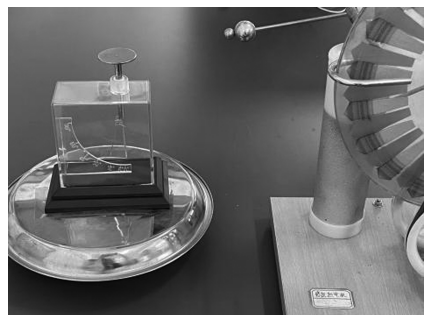
(b)

图4 验证静电平衡实验

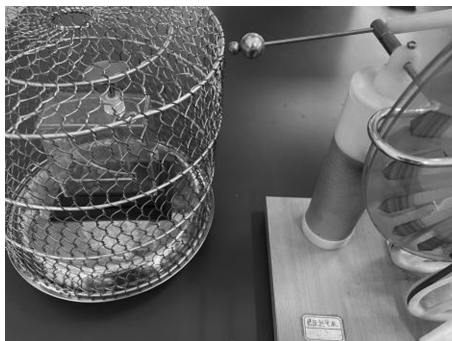
【驱动性问题4】在实验中我们采用的是金属壳导体,但在高压屏蔽服中采用的是金属网,金属网也能够起到防护作用吗?

【项目活动4】进行金属笼静电屏蔽实验.

小组实验过程展示如下:该小组使用感应起电机、金属笼验电器进行实验.首先,转动感应起电机的手柄,将起电机的金属球靠近验电器,验电器的金属箔片张开了角度,如图5所示,说明由于静电感应使验电器带电.然后,保持感应起电机与验电器的位置不变,用金属笼罩住验电器,再转动感应起电机的手柄,验电器的金属箔片不张开,说明验电器不带电.分析讨论可得:金属笼内部不带电,没有电场存在.



(a)



(b)

图5 金属笼静电屏蔽实验

归纳总结:把一个电学仪器放在封闭的金属壳里,即使金属壳外有电场,但由于壳内电场强度保持为零,外电场对壳内的仪器不会产生影响.金属壳这种作用就叫作静电屏蔽.金属网也能起到静电屏蔽作用.

2.3.3 实践应用,解决问题

【驱动性问题 5】你能够解释高压屏蔽服的工作原理吗?巡线工在高压环境作业还要注意什么呢?

【项目活动 5】分组讨论高压屏蔽服的工作原理及巡线工的防护.

学生总结归纳项目活动所得到的结论及项目核心知识解释高压屏蔽服的工作原理;巡线工人穿着的高压屏蔽服中夹着金属网,如同金属网罩将人罩在其中.在高压电场中,金属网罩会出现静电感应现象,并达到静电平衡状态,此时屏蔽服内部场强为零,起到静电屏蔽的作用.学生经历解决问题的过程,并在小组讨论中拓展知识应用.教师鼓励学生将理论应用到实际问题中,根据核心知识提出更多的巡线工防护措施,如巡线工需将头发剃短,防止电场影响带电等,有利于学生体会物理学科在社会生活中的重要性,将物理学科与社会、工业问题结合,从而将核心素养及跨学科素养培养落到实处.

2.3.4 制作产品,汇报成果

【出项活动】制作静电防护产品.

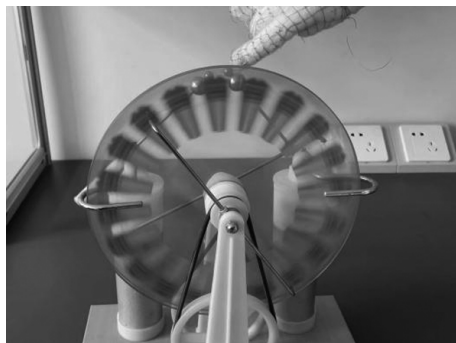
经过一系列的项目活动,学生在了解高压屏蔽服工作原理之后进行构思,进入出项活动:模仿制作或创造新的项目产品.学生需根据高压屏蔽

服的工作原理,搜集材料,进行产品的设计与制作,最后以汇报的形式进行成果展示.学生项目产品展示如下.

静电防护手套产品:如图6所示,由于实验室中有较多的铜丝,铜丝的韧性较好,易于编织,而且铜丝是电的良导体,其中有大量的自由电子,有利于静电平衡状态的瞬间形成,故选择铜丝作为主要材料.以普通手套为基础,将铜丝编织在普通手套上,从而形成一个封闭的金属网罩,达到静电屏蔽的作用.用静电防护手套接触带电的感应起电机金属棒,发现没有触电感,说明静电防护手套有良好的防护效果.实验表明,手套外的铜丝越密集,防护效果越好.



(a)



(b)

图6 静电防护手套

2.4 项目评价

项目评价采取过程性评价及总结性评价相结合的方式.教师根据学生在各个项目活动中的表现是否达到表2中的项目目标以及达到的程度,并根据师生对话和课程观察,结合各个项目活动的完成情况,进行过程性评价;通过设置评价量规对项目产品进行总结性评价.

表2 项目化学习成果评价标准

评价类别	评价内容	评价标准	分值
过程性评价	原理解释	能运用静电感应、静电平衡状态、静电屏蔽等核心知识解释高压屏蔽服的工作原理	20
	实验验证	能设计实验验证物理模型,通过实验现象分析归纳得到实验结论	20
	小组合作	能与小组成员进行有效沟通,明确团队任务分工,并合作完成项目活动	20
总结性评价	创意表现	有创意地设计有一定的防护效果静电防护产品,产品经过包装与设计,外形美观	20
	个性展示	小组汇报产品介绍与展示无科学性错误,介绍过程流畅,逻辑清晰	20
合计			100

3 结束语

项目化学习是一种新的学习方式,是融合学科教学与素养教育的重要手段.项目化学习通过创设情境,自然而然地提出驱动性问题,学生经历相应的项目活动去解决问题、深刻理解和应用知识.这种项目化学习方式不同于传统教学模式中的直接讲授课程内容,在预设的学时内完成教学任务,而项目化学习中的“创设情境、驱动性问题和项目活动”3个主要环节可以开阔学生的科学视野,提高学生的科学思维能力,有利于在项目学习过程中培养学生的核

心素养,促进学生的深度学习.同时在解决问题的过程中,促使学生将物理学科与人际、实践、社会、工业、艺术等相结合,培养了其合作能力、人际交往能力、动手实践能力等跨学科素养.

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)[S].北京:人民教育出版社,2018.
- [2] 夏雪梅.项目化学习设计:学习素养视角下的国际与本土实践[M].北京:教育科学出版社,2018:17,140.
- [3] 夏雪梅.从设计教学法到项目化学习:百年变迁重蹈覆辙还是涅槃重生?[J].中国教育学刊,2019(4):57-62.

Design on the Project-Based Learning of Physics Discipline

—Taking “High Voltage Shielding Clothing” as an Example

YE Wenjia LI Yuetong ZHANG Yibing

(School of Physics, Electronic and Electrical Engineering, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: as the implementation of the new curriculum standard, project-based learning characterized by situational creation and driving questions has become an important means to cultivate students' core accomplishment of physics and interdisciplinary accomplishment. Based on the understanding of the connotation and design of project-based learning, this paper puts forward the process and elements of project-based learning design of physics discipline from the perspective of accomplishment, and displays specific cases with the theme of "high-voltage shielding clothing", providing reference for the design and implementation of project-based learning of physics discipline.

Key words: project-based learning; core accomplishment; static electricity