·教师进修园地·

中学物理课程跨学科实践主题的模型构建及实施路径

冯 爽
(北京教育学院物理系,北京 100120)

摘 要:跨学科实践教学当下引起教师的广泛关注,基于跨学科教学的特殊需求,构建了以时事热点跨学科实践来培养学生核心素养的模型和实施路径.跨学科实践主题教学,与传统教学具有显著区别,主题的构建和实施应凸显综合性、应用性和真实性.通过跨学科实践使学生在多学科知识理解、科学技术改变人类生活、如何应用科学进行生活决策、深化对科学研究方法的认识等方面显著提升.这种结合时事热点进行跨学科实践的方式也可拓展到生活中其他热点问题,是培养学生核心素养的有效途径.

关键词:跨学科;实践;物理;核心素养;疫苗

随着核心素养理念的提出,教学实践的视角越来越聚焦如何发展学生应具备的,能够适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力.[1]跨学科实践教学的内容具有明显的跨学科性和实践性特点,与日常生活、工程实践及社会热点问题密切相关.这部分内容的设计旨在发展学生跨学科应用知识的能力、分析和解决问题的综合能力、动手实践的操作能力,培养学生积极认真的学习态度和乐于实践、敢于创新的精神.

跨学科实践的教学与实施,以及课程目标和育人方式的转变,引起教师们的广泛关注.一线教师缺乏相关的教学策略和实践经验,且大部分教师有根据自己学校和学生的特点开发跨学科实践活动课程的需求,因此跨学科实践的教学研究急不可待,对中学物理课程跨学科实践主题的模型构建及实施路径研究具有重要的现实意义.

1 跨学科实践主题的模型构建

核心素养的教育理念强调问题的真实性、复杂性、综合性,来源于生活,解决生活中的问题.跨学科实践主题教学,与传统教学具有显著区别,跨学科实践主题的创设应凸显综合性、应用性和真实性,更有利于培养学生分析、创造等思维和认识,引导学生运用多学科知识和方法解决问题,不断提升学生的问题解决能力和实践创新能力.

时事热点问题是大众关心讨论的问题,是学生生活中的真实问题,也是学生求知欲很强的问题.真实问题往往涉及多学科知识的应用,而不是单个学科、割裂的知识,更能体现综合性、应用性和真实性.跨学科实践主题涉及事物的整体全貌,是可被观测的事实,而非分割的各个学科知识.跨学科实践并不否定学科教学,跨学科教学能够帮助学生发现问题之间的关系,建立各知识领域之间的联系,发现问题背后的意义.芬兰认为以前的教学模式已不能满足当前发展的需求,需要调整为适合 21 世纪的教育体制.芬兰的课程将是类似"多角度理解第二次世界大战",或者"如何在咖啡馆进行日常工作"这样贴近现实,更有助于理解这个世界运作规律的教学.[2]

基于以上背景和思考,笔者构建了以时事热点进行跨学科实践教学来培养学生核心素养的模型和实施路径(图 1).

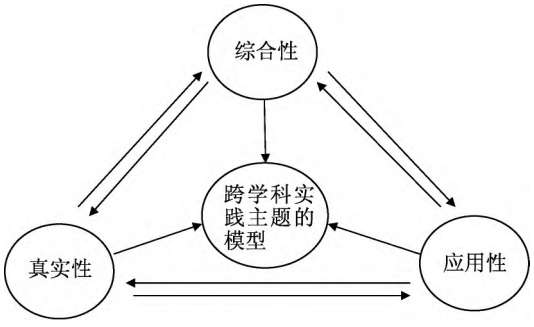


图 1 跨学科实践主题的模型构建

基金项目:本文系北京教育学院 2021 年"中小学线上线下混合式教学现状与模式研究"课题(项目编号:YB2021-09)研究成果.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.1 综合性

跨学科实践主题的创设应凸显多学科知识的综合性. 目前核心素养培养的研究涉及到的领域一般局限在学科教学内,对于跨学科的核心素养的培养涉及到的研究成果较少. 跨学科实践主题教学可以很好地弥补现有分科教学的不足和盲区. 例如关于“科学探究”,在物理、化学、生物学科差异会对学生的学习带来困扰. 学生对于科学探究的认识、理解、应用有很大的局限性. 跨学科实践围绕的真实问题往往涉及多学科知识的应用,而不是单个学科、割裂的知识,更能体现知识的综合性. 跨学科实践从多学科的角度进行重新构建,使得知识逻辑结构更加符合学生的认知. 可减少跨学科知识和内容的易混点和矛盾点,达到跨学科之间的一致性,同时体现了跨学科知识之间的联系,降低不同学科在课堂教学的割裂感,有利于培养学生的核心素养.

另外,跨学科实践主题和内容的创设也可以体现多个模块知识的综合性. 学生在学习单个知识点时并不能很好地建立起知识网络,导致单个知识学习之后留在记忆的是知识的散点,容易遗忘. 跨学科实践教学可打破原有教学章节体系,对知识内容进行二次重构,使学生对内容主题进行综合的思考和学习,凸显综合性. 例如,学生在学习力学时学习机械波,学习电磁学时学习电磁波,学习近代物理时学习引力波,这些内容分布于各个模块,学生学习完之后仍停留在对原模块的理解,并没有有效地将这些内容建立联系,因此学习效果不佳. 而机械波、电磁波和引力波其实都是波,都具备波的属性. 如果构建“波”相关的主题进行教学,可使学生进一步深化理解物理观念,提升核心素养,形成哲学观点. 波动是横跨物理学不同领域的一种非常普遍而重要的运动形式. 研究波动的意义远远超过了力学的范围,振动和波的基本原理是声学、光学、电工学、无线电学、天体物理等的理论基础. 有利于学生从哲学高度思考问题和感受世界.[2]

1.2 应用性

跨学科实践课程所解决的问题并不是仅停留在纸面上的解题、设计、报告等,而是更强调应用、实践和动手操作. 核心素养的形成离不开真实问题情境的创设,跨学科实践可以从多学科视角进行问题情景的创设,使问题情境更加丰富. 在跨学科实践中,学生在真实、综合的情境中发现问题、提出假设,设计跨学科实践方案,收集信息,提出证据;进行跨学科实践活动并对活动方案、实施过程及结果进行初步解释;并与学生共同合作交流,完成活动报告. 在此过程中,学生能综合理解所涉及的相关知识,用物理及其他学科知识解释与生活、安全等有关的日常生活问题,同时可以探索一些简单的工程与技术问题,分析与日常生活紧密相关的社会热点问题,形成应用跨学科知识解决生活问题的能力. 学生通过跨学科实践中各种问题的解决过程,可将“片段化”的理论知识建构融入到事物整体之中,从而对事物形成完整认识,并形成解决问题的能力. 跨学科实践既着眼于发挥教师在课程设计中的主导作用,又强调学生在课程习得过程中的主体作用,与学生生活紧密结合,有利于提升学生的核心素养.

1.3 真实性

跨学科实践主题的创设应凸显真实性,使学生在真实的情境中思考,应用多学科知识解决的问题应是学生身边真实的问题,而不是过高过大的学生能力不可及的问题. 传统课堂直接讲概念、原理、科学研究方法等内容学生不爱听,枯燥无味,效果不佳. 跨学科实践模型构建时可选取时事热点问题或者学生生活中的真实问题. 这些是大众关心讨论的问题,学生具有强烈的求知欲和兴趣. 密歇根大学就通过设立虚拟仿真实验室,以在线教育的形式进行跨学科学习和协同教学.[3]在跨学科实践教学中,可结合当地特点,围绕现实生活和社会发展的热点问题选择和确定研究主题,引发学生的认知冲突,激发学生的求知欲和学习热情,让学生在跨学科实践活动中学到知识、学会方法,养成良好的学习习惯,实现乐学善学. 同时,要引导学生积极参与团队协作,实现有效配合,提升学生的团队意识和协作能力. 通过跨学科实践课程的学习,学生能开阔视野,提升自己的核心素养、信息检索能力、口头表达能力、团队合作能力,还能通过报告、图画等成果展现出一定的综合素养,课程形式多样,生动有趣,学生学习热情高涨.

2 跨学科实践主题的实施路径

2.1 跨学科实践的内容选择和设计

按照跨学科实践的模型,其内容的选择和设计应凸显综合性、应用性和真实性. 贴近学生生活,关注学生的自主发展. 在跨学科实践教学中,

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

可结合学生特点，围绕现实生活和社会发展的热点问题选择和确定研究内容.

疫苗是与学生生活紧密联系的话题，学生都会按照免疫规划表进行卡介苗、百白破等疫苗接种，学生对接种疫苗并不陌生. 师生对疫苗这一话题具有强烈的好奇心和求知欲. 疫苗是涉及物理、化学、生物、技术、医学、公民生活等多方面、跨学科、综合性的生活真实问题. 通过疫苗相关新闻、问题、知识的简要介绍，引发学生思考，落脚点是培养学生的核心素养. 笔者当下大家都很关心、渴望了解的疫苗作为跨学科实践的内容主题为例进行介绍. 以下以体现最为突出、联系最为紧密的教学环节作为举例说明跨学科实践的实施路径(如图 2 所示)，大部分环节同时兼具综合性、应用性和真实性，并没有否定涉及到的模型其他维度的教育价值，且处理方式并不唯一.

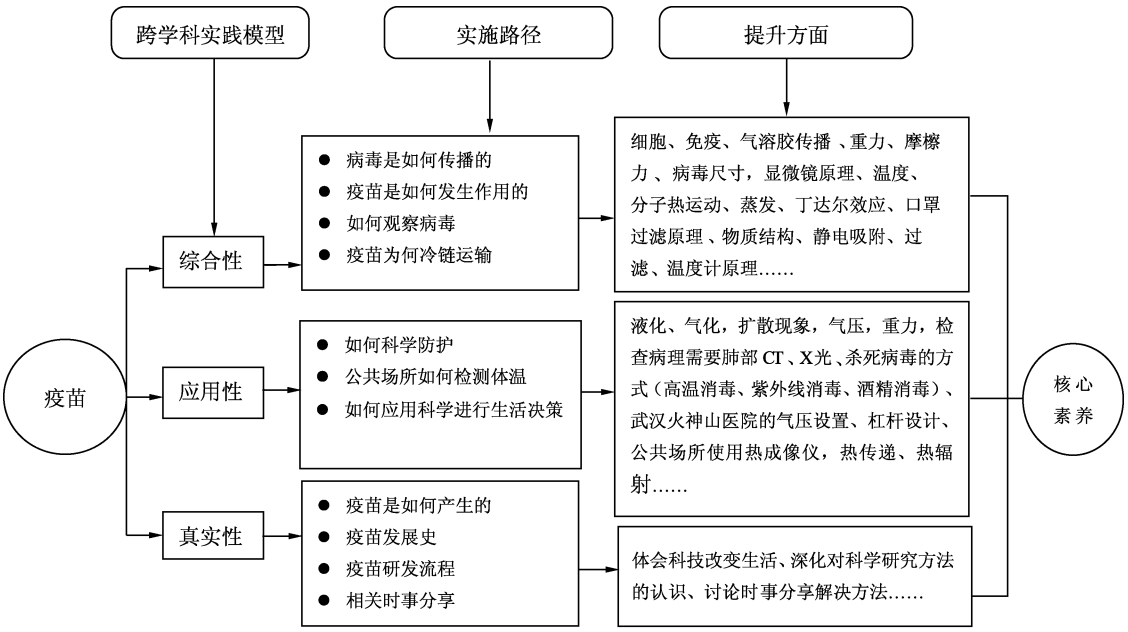


图 2　跨学科实践主题的实施路径

例如，通过对疫苗史和发展过程的简单了解，使学生切实体会科学技术的发展带来的社会进步，科技与医学的进步帮助人类攻克了非常多的疾病，有效地激发学生的学习兴趣. 社会各界都非常关注疫苗研制和发展，然而研发疫苗是有一套标准程序的. 要经过临床前研究、临床实验、审批等环节. 疫苗从开始研发到上市是一个严谨而漫长的过程. 促进学生深刻理解科学研究方法思考，引发学生思考为什么研发疫苗需要如此严格的流程和方法，启发学生对社会责任的思考. 科学方法支配着知识的获取和应用，是学生离开学校后学习与工作最有力的工具.[4]

2.2　跨学科实践的实施过程

下面选取典型环节介绍跨学科实践的实施过程.

(1) 学生查阅资料.

课前教师将疫苗这一主题内容布置给学生，学生查阅疫苗发展史、关于疫苗的时事新闻、防护政策、疫苗研发流程方法、免疫规划表等资料，进行深入思考和分类整理. 学生们可以根据自己的能力水平，自主选择多种方式，可以是查阅网络新闻，可以是看专业书籍，可以是收看电视或者询问长辈，也可以是咨询邻居，还可以是同学交流，既有自主学习思考、又有合作创新.

例如，以下是学生整理的疫苗发展史：天花是由天花病毒引发的高烧和皮肤出现脓疱为特征的传染病，无特效药治疗，死亡率高. 人们为了预防天花，早在宋代，我国的中医利用天花患者的痘痂制成粉末，从鼻腔吸入进行接种. 此后，随着中西方交流增加，种痘术逐渐传向日本及欧美等国家. 18 世纪，英国医生爱德华·詹纳注意到感染过牛痘的人不会感染天花，他将牛痘浆液接种到健康儿童身上，一段时间后，又给他接种天花病人的浆液，但这位儿童不受感染，从而证明了接种牛痘可预防天花. 接种牛痘成为历史上首次有记载的疫

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

苗. 之后全世界消灭了天花，这是人类通过接种疫苗消灭的第一种传染病. 自此，随着微生物培养、物质分离提取、基因工程等生命科学和技术的发展，人类不断开发出各种新型疫苗，疫苗的安全性和有效性也在不断提高. 当今，人类的平均寿命较以往有了明显的延长，其中疫苗功不可没.

通过对疫苗发展过程的简单了解，使学生体会科学技术的进步，感受科学技术发展带来的社会进步. 疫苗使我们大大降低了感染疾病的几率，人类的生活质量和医疗水平明显的提高. 历史回顾可使学生从知识建立、概念规律完善修正的发展过程中认识它的必要性、局限性，进而深刻理解科学.[5] 教学中教师应注意引导学生了解我国古代科技成果、关注我国最新科技进展，让学生通过资料查阅、比较分析等实践活动认识我国古代科技的悠久历史和当代科技的辉煌成就，不断提升学生的民族自豪感.

(2) 课上主题学习.

教师在上课过程中，除注重学科知识的深度之外，还要注重学科知识的广度，加强知识之间的联系，也应有意识地在中学知识的基础上加深拓展；还应注重多补充新知识，如最新科研成果、科研动态，加强与生活、生产实际的联系.[6]

通过疫苗相关新闻、问题、知识的简要介绍，使学生深入学习学科课程内容. 如与物理、化学、生物等学科知识相关的内容：细胞、免疫、气溶胶传播、重力、摩檫力、病毒尺寸，显微镜原理、温度、分子热运动、蒸发、丁达尔效应、口罩过滤原理、物质结构、静电吸附、过滤、温度计原理、液化、气化，扩散现象、气压、检查病理需要肺部 CT、X 光、放射性、杀死病毒的方式(高温消毒、紫外线消毒、酒精消毒)、武汉火神山医院的气压设置、杠杆设计、公共场所使用热成像仪，热传递、热辐射，疫苗为何需要冷链运输…等.

教学中引发学生思考当前疫苗与早期疫苗的研发方法有何变化，如何应用科学知识提高自己的生活质量，在生活中进行决策以及如何通过实例培养核心素养等. 学生根据课前的准备和思考，以及教师的讲解，展开小组讨论，充分发表自己的见解，并能理解、质疑其他同学的见解，培养学生的质疑创新以及小组合作等素养.

整个过程突出问题导向，重视迁移能力的培养. 引导学生发现问题、提出问题、分析问题和解决问题，通过观察、搜集资料、设计和分析、交流等活动，促进知识的跨学科迁移和整合，不断提高学生的 STS 意识、科学思维和动手实践能力. 使学生综合理解所涉及的相关知识；能用物理及其他学科知识解释与健康、安全等有关的日常生活问题，分析与健康、环境等有关的社会热点问题，具有应用跨学科知识解决生活问题的能力. 在跨学科实践中找出影响活动成效的主要因素，利用归纳或演绎的方法对跨学科问题进行推理、获得结论，基于证据说明操作的合理性，在操作中独立思考，提出自己的见解. 引导学生“格物致理”“知行合一”，提升学生的核心素养.

(3) 生活中应用和实践.

说到生活决策，学生往往会认为是离自己很远的事情，其实在疫苗这一跨学科实践中就可以很好地让学生体会如何应用科学进行生活决策. 例如，除了免疫规划表中要求学生必打的疫苗，自愿接种的疫苗比如流行性感冒疫苗是否打，什么情况打，这些都是学生个人的生活决策，应引发学生思考如何应用科学进行生活决策.

学生通过了解疫苗的研发流程，作用原理、疫苗的安全性，深刻体会到开发疫苗对于人类的意义. 自己进行判断和分析我们应以怎样的行动来科学的进行防护，如何应用科学知识进行生活决策. 学生在教师的启发下，可绘画美术作品、制作手写报、撰写研究报告或制作手工艺品等多种方式形成研究成果，促进了学生核心素养的发展.

3 小结

此次跨学科实践教学活动面向全国的师生，取得了良好的效果. 通过疫苗的跨学科实践，落脚点是学生核心素养的提升，并深入认识跨学科知识及科学研究方法等.

教学过程中在落实学科知识和方法的同时，注重核心素养、遵循自然规律、尊重生命、热爱生活、奉献精神等方面的培养. 促进了学生对科学的进一步深入理解和情感态度，学生说：“科学研究既是崇高的、伟大的工作，又是平凡的、艰辛的劳动. 那些在科研领域中取得过伟大成就的科学家，都对科研的价值和意义、科研工作特有的规律以及科研工作的复杂性和艰巨性有着深刻的认识和理解”.

从学生所画的真实的系列图示、资料及学生的话语可以看出，通过跨学科实践模型建构和教学实施，学生在跨学科知识的理解、科学技术改变人类的生活、如何应用科学进行 (下转第 65 页)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

欧姆定律得出后，人们发现，当电压一定时，接入电路的导线“当量长度 L”越大，通过的电流强度越小，且“当量长度 L”只与导线本身有关，它能够反映导体对电流的阻碍作用，所以在此基础上又引入了“电阻”的概念，并得到电阻的定义式 $R=\frac{U}{I}$. 必须要强调的是，虽然该定义式是在欧姆定律的基础上得到的，但它的适用范围却扩展到了所有的导电器件，不仅包括线性元件，而且还包括非线性元件. 换句话说，只要能测出加在任一器件两端的电势差 U 和通过它的电流 I，甚至是 PN 结二极管，我们都可以求出该电压下的器件电阻值为 $R=\frac{U}{I}$. 可见，依照科学史实，先有了欧姆定律，然后通过欧姆定律才定义了电阻，两者的因果关系、逻辑关系不能颠倒，适用条件和范围更不可混淆.

因此，像小灯泡、白炽灯等这样的元件在通电后升温，电阻随之而不断变化，$I-U$ 图像为一条曲线，显然不是线性关系，也不遵守欧姆定律了. 从另一个角度来看，由于它们是纯电阻电路，所消耗的电能全部转化为内能，电功率要等于该电路的发热功率，即 $UI=I^2R$，化简后有 $U=IR$，然而此式并不是欧姆定律的表述，它实际上仍是电阻的定义式，即无论小灯泡、白炽灯等纯电阻电路的电压和电流关系如何变化，是否符合欧姆定律，均可由定义式求得某一电压下电路的电阻，只不过此电阻可能随电压的不同而改变. 换言之，任一状态下的电压 U、电流 I 及对应的电阻 R 3 者均满足 $U=IR$. 然而，欧姆定律不能仅从数学公式和数量关系上理解，而必须要把握定律的实质在于电流 I 随电压 U 变化的图线是线性的，即 R 不依赖于 U.

4 对教材编写的建议

最新的人教版高中物理教材必修 3 在第 80 页推导焦耳定律表达式时提到：“电流通过电热水器中的电热元件做功时，电能全部转化为导体的内能. 电流在这段电路中做的功 W 等于这段电路产生的热量 Q，即 $Q=W=UIt$，由欧姆定律 $U=IR$ 可以得到热量 Q 的表达式 $Q=I^2Rt$”. 由于电热水器中的电热丝材料是铁铬铝合金丝、镍铬合金丝，它们的电阻温度系数非常小（镍铬合金丝的平均电阻温度系数 $\alpha=1.3\times10^{-6}/℃$），因此，当加热后温度升高时电热丝的电阻可认为几乎不变，满足欧姆定律无疑是正确的. 但是，这样的说法却容易误导师生，认为只要是纯电阻电路都满足欧姆定律，从而造成困惑. 因此，建议教材将此处“由欧姆定律 $U=IR$ 可以得到…”改写为“由电阻定义式 $R=\frac{U}{I}$ 可以得到…”，这样避免困惑，更为恰当.

参考文献：

1 人民教育出版社，课程教材研究所. 普通高中教科书物理必修第 3 册[M]. 北京：人民教育出版社，2019.
2 邓新云. 浅议欧姆定律的适用条件[J]. 中学物理教学参考，2020(4)：46－48.
3 哈里德. 物理学基础[M]. 张三慧等译. 北京：机械工业出版社，2005.

（收稿日期：2022－01－10）

（上接第 62 页）

生活决策、深化对科学研究方法的认识等方面有了显著提升.

教师跨学科实践教学时应凸显综合性、应用性和真实性，注重培养学生分析、创造、综合、批判等思维和认识，引导学生运用多学科知识和方法解决问题，不断提升学生的问题解决能力和实践创新能力. 这种结合时事热点跨学科实践也可拓展到生活中其他热点问题，如安全用电问题、新能源电动汽车、核电站等，是培养学生核心素养的有效途径.

参考文献：

1 林崇德. 中国学生核心素养研究[J]. 心理与行为研究，2017，15(2)：145－154.
2 冯爽. 普通高中物理课程标准中物理学史内容分析及教学策略构建[J]. 物理教师，2021(4)：21－25.
3 殷献奇. 美国密歇根大学跨学科特色的教学研究和制度设计. 上海教育，2021(5)：36－38.
4 陈庆和. 芬兰“现象教学”对我国应用型本科教育的启示[J]. 职教论坛，2021(7)：53－60.
5 冯爽. 指向核心素养的物理单元教学设计策略研究[J]. 物理教学，2020(7)：15－18.
6 冯爽. 教研员培训的探索与创新——以一次以名著阅读为线的物理教研员培训为例[J]. 基础教育课程，2020(12)：76－80.

（收稿日期：2022－01－26）

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net