

STEM 活动教学对培养物理核心素养的价值探讨

——以闭合电路欧姆定律为例

梁沛林

(深圳市西乡中学 广东 深圳 518102)

(收稿日期:2018-05-17)

摘要:目前 STEM 教育是一种以“做中学”为教学形式,从解决实际问题出发,收集信息,设计方案,制作产品解决问题,并在此过程中提升能力和素养的教学过程.通过 STEM 活动目标教学方法设计了一节“水果能供电吗?——探讨闭合电路欧姆定律”的活动课,分析了 STEM 教学在培养物理学科核心素养中的价值,思考了 STEM 教学应用到物理学科的若干问题.

关键词:STEM 物理核心素养 闭合电路欧姆定律

1 前言

STEM:指融合了 Science(科学)、Technology(技术)、Engineering(工程)、Mathematics(数学)的综合

设计的装置鸡蛋不碎,落地用时最短且造价最低.让学生体验这一实际问题的解决过程.先让学生估算这样两个问题:

(1) 一个鸡蛋从4楼自由下落,试估算鸡蛋在与地面作用前瞬间的速度大小?

(2) 如果鸡蛋与地面的作用时间为0.1 s,试估算这个过程中鸡蛋受到地面的平均作用力?此过程中学生需要具备每层楼的高度大概多少、每个鸡蛋的质量大概多少等基本生活常识.然后运用自由落体和动量定理的知识解决问题.

学生分组购买材料,动手制作,进行实践尝试:如何让鸡蛋从4楼最快落地,而不摔碎?这个过程中需要学生经历分析、建模等科学思维过程,查阅资料,要减小作用力,必须延长作用时间和减小落地时的速度,这就需要设计缓冲装置和减速装置.虽然对于这一问题网上有不少方案,但学生根据自己的理解设计了更加丰富的方案,并且所做装置做工也非常精良.学生参与的主动性和比赛的热情都非常高.在解决问题的过程中掌握了动量定理的知识、意义和本质.

教育方法,形式上表现为“做中学”,从解决实际问题出发,在实践中掌握知识,提高能力.在教学上,STEM 一般采用以解决工程问题为主线,基于项目的学习方式.通过背景经验活动把工程问题与相关

这一结构不良问题的解决需要综合运用自由落体和动量定理等相关知识.还需要方案设计和经济预算等跨学科整合项目的知识.各组内根据各成员的特长进行分工,提升了学生的合作交流能力和思维品质.

结构不良问题解决过程能将书本中符号化的知识“打开”、将静态的知识“激活”.虽然在现在人教版教材中占有一定比例,但和美国教材《物理原理与问题》等相比还是偏少,且缺乏系统性.所以教师在平时教学中要创造性地设置待解决的结构不良问题,组织教学方案,让学生在结构不良问题的解决中学习物理知识,发展高阶思维,促进深度学习,落实物理学科核心素养.

参考文献

- 1 鲁志琨,申继亮.结构不良问题解决及其教学涵义.中国教育学刊,2004(1):44~49
- 2 朱开群.基于深度学习的“深度教学”.上海教育科研,2017(5):50~58
- 3 侯新杰,吕齐银.高中物理必修教材栏目中的结构不良问题解决.中学物理教学参考,2014(7):2~5

联的科学原理、科学探究、工程实践结合起来,形成一个有机整体^[1].

学生在开展探究与实践的过程中,能够体会到学习知识与技能的目的是解决实际工程问题,从而培养科学态度与责任,同时在实践的过程中提升能力.1986年美国国家科学委员会发表《本科的科学、数学和工程教育》报告,标志着STEM概念的形成^[2].

2006年1月31日,美国总统布什在其国情咨文中公布一项重要计划——《美国竞争力计划》(American Competitiveness Initiative,ACI),提出知识经济时代教育目标之一是培养具有STEM素养的人才,并称其为全球竞争力的关键.2016年我国教育部出台的《教育信息化“十三五”规划》中明确指出:有效利用信息技术推进“众创空间”建设,探索STEM教育、创客教育等新教育模式,使学生具有较强的信息意识与创新意识^[3].

STEM从实践中习得技能,提高能力培养科学素养的教育理念,对以物理核心素养为核心的新一轮课程改革是有借鉴价值的.学生根据任务的需要,通过互联网等信息技术手段获得信息,有目的地学习概念,掌握规律,并应用规律,能够更好地帮助学生建立物理观念.学生从问题情境出发,提取出核心问题和主要过程,经过简化抽象出物理模型,再经过分析推理,结合实际条件形成解决问题的方案,再通过科学论证,判断方案的可行性,从而培养科学思维.根据实践方案,经过合作探究、沟通、评价和交流取长补短,形成更优化的解决问题的思路,此过程能够很好地体现科学探究素养.因此STEM引进来对中国的基础科学教育具有重要的借鉴意义,对培养创新型的理工科人才具有积极的作用.目前国内有不少关于STEM的研究,然而,基本上都是停留在理论探讨层面上的综述文章,并没有涉及实践课例.同时目前国内的STEM课程主要由校外培训机构承担,针对基础教育的中学课堂中引入STEM概念的教学实践很少.

2 基于STEM活动教学的物理课例

尝试把STEM的教学思路迁移到高中物理教学中,在实践中发现其对学生物理核心素养的培养有很大的帮助.以一节STEM教学思路设计的“水果能供电吗?——探讨闭合电路欧姆定律”的课堂教学为例,谈STEM教学思路对物理核心素养培养的价值.闭合电路欧姆定律是高中物理电路模块中的核心知识,也是电路模块教学中的难点.闭合电路欧姆定律的核心内容是提出了内外电路的概念,其教学难点是让学生发现并接受电源内部存在内阻.

STEM活动教学的出发点是解决问题,从遇到问题出发,通过多种途径(不局限于课堂学习)收集信息,整合资源,学习新概念和新知识,应用新知识制作作品解决问题,遇到问题立刻反馈,再次搜索资源修正方案并最终解决问题.教学流程如图1所示.

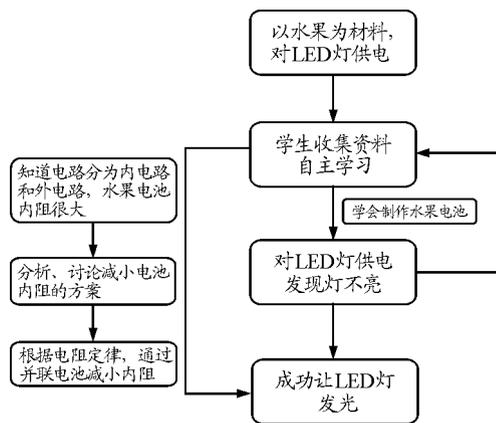


图1 STEM活动教学流程

- (1) 待解决的实际问题:通过水果、锌片、铜片等材料给LED灯供电,让LED灯发光;
- (2) 收集信息并筛选有用的信息学习;
- (3) 遇到问题:发现LED灯不发光;
- (4) 再次收集信息,学习内外电路知识,了解内电阻对电路造成的影响;
- (5) 学生交流、讨论、想办法减小电池内阻;
- (6) 完成任务.

表1从物理核心素养的4个方面探讨了STEM活动教学对物理核心素养的培养价值.

表1 STEM活动教学对培养物理核心素养的价值

	STEM活动教学在培养物理核心素养中相应的环节
物理观念	1. 通过实践发现水果电池能产生能量,但分配到灯泡上的能量却极少,不能使灯泡发光,从而形成深刻的闭合电路的能量观 2. 通过测量水果电池的电动势和灯泡两端电压,发现电动势不等于外电压,从而发现电池“隐藏”着内阻,进而建立内电路和外电路的物理观念
科学思维	1. 学生根据水果电池电动势和灯泡两端电压存在较大的差值,从而建立串联电路的模型,通过串联电路的特征,推理出电池内部“隐藏”着电阻,从而得到闭合电路欧姆定律 2. 明白灯泡不发光的原因以后,学生根据电阻定律,分析减少水果电池内电阻的方法,包括思考得出水果串联或并联、增大金属片插入水果中的正对面积、在金属片中滴入盐水等.并根据现有的知识对这些方法进行论证、辨别,判断方法是否可行 3. 通过实验结果反馈再学习的过程培养质疑和创新的科学素养
科学探究	1. 学生基于电压表的测量结果,发现电动势远大于外电压的问题,形成了“电池内部隐藏着电阻”的猜想,并根据串联电路的特点设计实验方案,测量得出其电阻达到几百欧姆,结合LED等器件的阻值,发现正是因为水果电池内阻太大,造成无法对LED灯供电的结论 2. 基于LED灯的电阻只有 $3\ \Omega$ 左右,而水果电池内阻约 $400\ \Omega$,各实验小组的同学讨论交流,提出方案,并对方案进行评估、解释和论证.将讨论得到的实验方案落实,但依然会因为各种原因而无法达到灯泡发光的目的,然后再进行更加深入地讨论、分析,发现问题、解决问题
科学态度与责任	1. 工程导向的教学手段能让学生在解决问题的过程中体会到解决实际问题的困难,从而激发学生的社会责任感 2. 学生在解决实际问题的过程中体验到物理知识的重要性,从而激发学生学习的物理的热情,从被动学习转化为带有目的的学习 3. 学习是为了解决实际问题,学生在STEM活动教学中能深刻体验到学以致用,从而培养学生通过学习为国家和社会服务的价值观

3 STEM活动教学的教学反思

从知识要求上看,STEM活动教学融汇了物理、化学、生物等学科知识,各学科知识需要综合运用.例如制作水果电池需要用到化学原电池的原理,需要了解水果果液的电解特性,更需要知道物理中电动势、电阻等概念,以及电压表、电流表等物理器材的使用,其综合性远高于传统授课和实验探究教学.然而,尽管STEM活动教学是淡化学科界限的综合教育方式,但是,目前STEM在中国还是起步阶段,在教学中还不适合多学科学习,更多的是在某一学科的基础上融合.它强调主题下面的主概念和主概念下面的跨学科技能.

美国缅因州的贝瑟尔(Bethel)国家培训实验室发现的“学习金字塔”,如图2所示,显示了学生在学习不同学习方式下学习,经过24 h后(有的是2周后),对

学习内容的可回忆百分比.对照金字塔中的学习方式,传统讲授主要集中在听讲、阅读、视听结合以及示范,均处于浅层学习阶段;而实验探究教学中,学生的学习涉及讨论组和实践练习,达到了深度学习层次;而STEM活动教学中,学生的学习行为增加了应用展示和把网络搜索到的信息应用到实践中,并且其学习行为主要集中在深度学习区域.

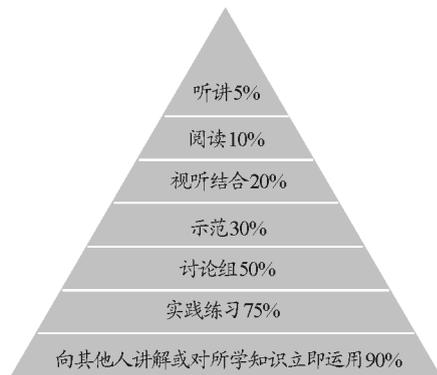


图2 学习金字塔

从培养能力的角度看,从项目目标入手的STEM活动教学方式更能全面培养学生的能力,尤其是获取信息的能力,以及把信息转化为解决问题依据的能力的培养是讲授式教学和探究式教学无法替代的.在解决现实问题的过程中,学生不得不进行协作和分工,这能够很好地锻炼沟通能力和合作能力,完成任务过程中会遇到意想不到的障碍,学生和教师都无法预知结果.同学们遇到的问题都是特殊的,没有先例可寻,解决问题的过程中就能体现学生的创新能力.同时,面对一个具体的工程问题,需要学生对每个细节都有一丝不苟的专研精神,遇到障碍时能够细心分析,排除问题,群策群力.例如在通过水果电池点亮LED灯的任务中,学生第一次并联实验的失败,就是因为接线处螺丝没有拧紧造成的.在活动后,笔者询问了学生的体会,除了兴奋之外,学生最大的感触是做实验要认真和细心,而这恰好是STEM活动教学的魅力所在.

4 STEM活动教学的教学建议

我国的STEM起步较晚,目前还没有形成正式的学科和教学方法,甚至连相关的素材和课例也非常少,只能摸着石头过河,在教学中不断探索和积累素材.STEM在我国的推广和实施存在的困难有以下几点.

(1) 课程设计问题:STEM课程的设计需要达成4个领域的融合,同时涉及跨学科知识和能力,如何设计与学生学习阶段知识和能力匹配的STEM任务是最大的困难.一方面是因为学生的知识结构参差不齐,能力差异也很大,另一方面是来自于我国的教育强调分科,学科之间知识迁移较少,学生的知识迁移能力薄弱.其次,由于在我国STEM现成的课程设计稀缺,所以市面上也没有现成可用的配套实验材料.例如解决的问题是提高球的弹性.这个时候除了设计之外,还得找到实现制作球的设施,这给STEM活动教学的设计带来了困难.

(2) 实物化问题:与科学知识普及不同,STEM的概念不仅意味着对科学现象和科学知识的系统认

知,更强调动手和实际操做,设计需要实物化,并用于解决问题或实现目的.而从小学到中学,我国培养学生工程设计和动手能力的课程包括劳技课、通用技术和综合实践课,在应试教育的背景下并未落到实处,学生动手能力普遍不足,这为STEM活动教学设置了障碍.

(3) 评价问题:STEM活动教学评价不能只看是否定时定量地完成任务.因为在操作过程中每个团队遇到的问题都是不相同的,排除障碍的过程本身也是活动的内容,也能够体现物理素养.对STEM活动教学的评价应该过程化和多样化.例如,考察在完成的过程中克服障碍的个数、实验耗材的多少、过程和设计的创新、研究方法的严谨性、数学建模的吻合度等.也可以根据成员表现出的合作能力、创新能力、实验能力和探究能力进行评价.如何建立一套科学的活动评价机制是目前面对的问题.

(4) 教师的要求:在STEM活动中教师的任务除了设计活动以外,更重要的是作为顾问和观察员的角色.虽然教师看起来是从教学中退出来了,但是教师需要根据自己学生的情况给学生提供必要的帮助,例如资源的整合,使用的器材,排除故障的方法等.在解决实际问题的过程中,学生面对的问题都是独特的,而且是无法预料的.作为顾问的教师必须对所开展的STEM活动教学涉及的跨学科知识有全面的了解,而且能够预测学生面对的主要困难点,这对教师本身的STEM素养就是一个考验.同时,教师兼任观察员和记录员的角色,随时发现学生在活动过程中的创新点,观察学生的表现并评价学生的信息搜集及筛选能力、交流能力、组织能力、探究能力、实验能力、知识迁移和数学能力.

参考文献

- 1 叶兆宁.美国优秀STEM课例评析及其本土化.中国科技教育,2011(248):20~22
- 2 从奥巴马亲自写代码谈美国当今火热的STEM教育.搜狐教育,2016-03-11
- 3 中华人民共和国教育部.教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知.2016-06-07