



# 依托高中生物理创新竞赛开展课后自主实验 培养学科核心素养\*

潘振东

(东北师范大学教育学部 吉林 长春 130024;

东北师范大学附属中学 吉林 长春 130021)

樊娟娟

(吉林农业大学信息技术学院 吉林 长春 130118)

(收稿日期:2021-12-16)

**摘要:**如何在课后自主实验中培养学生的物理学科核心素养是一个值得研究的问题.文章介绍了中国高中生物理创新竞赛,根据具体赛题详细分析了依托该项赛事开展课后自主实验,有利于培养学生的物理观念,启迪科学思维,提升科学探究能力,培养科学态度与责任.

**关键词:**物理创新竞赛 课后自主实验 核心素养

高中物理实验可以分为演示实验、分组实验和课后自主实验<sup>[1]</sup>.演示实验和分组实验统称为课内实验,是物理课堂教学的重要组成部分.如何在演示实验和分组实验中培养学生的物理学科核心素养是教师和学者关注的重点.然而受应试教育影响,高中生学业繁重,教师对课后自主实验的重视程度远远不够,学生不能有效进行课后自主实验,甚至出现个别学校从不布置课后实验,通过课后自主实验去培养物理学科核心素养更无从谈起.其实课后自主实验是培养物理学科核心素养重要且有效的途径,在引导学生开展自主实验的过程中既能培养学生物理观念、思维能力、探究能力,又能促进学生科学态度和责任的提升.为了落实并发展学生的物理学科核心素养,我们依托高中生物理创新竞赛有效开展课后自主实验.

中国高中生物理创新竞赛 CYPT (即 China

Young Physicists' Tournament) 参考国际青年物理学家锦标赛 IYPT(International Young Physicists' Tournament) 的模式进行,是最高级别高中生竞赛,也是 IYPT 中国国家集训队的选拔赛<sup>[2]</sup>.与注重考查学生的解题能力和基本实验能力的物理奥林匹克竞赛不同,CYPT 每年 17 道赛题,题目均为开放性问题,贴近生活,没有具体的解题技巧和固定答案.赛题具有真实性、开放性、趣味性和复杂性<sup>[3]</sup>.参赛学生围绕赛题进行团队合作研究,然后就其物理知识、理论分析、实验研究、结果讨论等展开辩论性比赛<sup>[4]</sup>.

CYPT 是能真正实现物理学科核心素养培养的重要载体.教师可以借助高中生物理创新竞赛的模式,把当年 CYPT 的赛题作为课后自主实验的研究题目,将学生以 4~5 人为单位划分成多个研究性学习小组,开展班级物理创新竞赛.小组同学合理利

\* 吉林省教育科学“十三五”规划 2020 年度一般课题,项目编号:GH20662;吉林省科技发展计划项目,项目编号:20210101157JC

作者简介:潘振东(1979-),男,在读博士生,中教高级,研究方向为物理课程与教学论.

通讯作者:樊娟娟(1982-),女,博士,副教授,研究方向为物理教学论、计算物理.

用课外时间,合作设计小实验.在共同解决问题时,需要经历完整的科学探究的过程,经历问题的分析、实验器材的制作、实验数据的测量、团队的协作、观点的表达与探讨,这些实践恰恰是物理学科核心素养中“物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任”的综合体现<sup>[5]</sup>.因此,依托物理创新竞赛开展的课后自主实验在培养学生核心素养方面具有得天独厚的优势.

### 1 依托高中生物理创新竞赛 培养学生物理观念

目前大部分高中生对于物理概念和规律的理解仅仅停留在记住、会解题的层次,物理创新竞赛将物理知识与实际生活联系起来,帮助学生全面、深刻、准确地掌握和应用物理概念和规律.贴近实际的赛题让学生充分地体会到物理不再是抽象的理论和枯燥的公式,而是非常有趣的.物理创新竞赛不仅有助于学生更好地理解物理知识,从物理学视角形成物质观、能量观、运动和相互作用观,更能引导学生从物理学的视角解释自然现象和解决实际问题.

例如2021年第15题:反弹胶囊——落在坚硬表面上的圆球即便具有一个初始的旋转速度,也永远不会反弹到释放高度;胶囊状物体(例如 Tic Tac 薄荷糖)却可能反弹超过初始高度.探究这个现象.

与传统物理实验相比,该实验更贴近生活,简单易操作.学生通过分析胶囊状物体的受力情况和运动过程,构建力和运动的知识体系,对运动的形式——平动和转动有更直观的理解,增强知识应用意识.学生要思考胶囊为何反弹超过初始高度,通过理论分析,将碎片化的能量和能量守恒的知识凝练成整体.学生对能量守恒有更清晰的认识,能量包括动能和势能,其中动能等于平动动能加转动动能,势能等于重力势能加弹性势能.胶囊下落与坚硬表面发生碰撞的过程,表面和胶囊均发生弹性形变,胶囊受弹力和摩擦力作用,表面对胶囊的作用力改变了胶囊的运动状态.

### 2 依托高中生物理创新竞赛 培养学生科学思维

在传统教学中,教师往往更注重学生知识的获取和提升,容易忽视思维能力的培养.中国科学院院

士陈佳洱说:“物理学不只是图表和数据,它能带给你很多更珍贵的东西——一种理性的思维方式、人生的哲学和人生的道路.”恩格斯也曾把思维比作“地球上最美的花朵”,足见思维的重要性.学生解决赛题问题的过程就是认识科学本质,培养科学思维的过程.物理创新竞赛是培养科学思维的有效途径.

例如2020年第13题:摩擦振子——一个大块的物体被放置在两个相同的平行水平圆柱体上.两个圆柱各自以相同的角速度旋转,但方向相反.研究物体在圆柱体上的运动如何依赖于相关参数.

首先对摩擦振子做模型构建,把摩擦振子抽象简化为两个圆盘上面放置一根棒.根据预实验现象,棒做往复性的振动,学生猜测当棒的运动状态稳定时,棒的运动可能是简谐振动.对简化模型进行受力分析,明确摩擦力的产生条件、作用点、方向和大小,得到棒的运动状态方程,从而理论证明棒的运动是标准的简谐运动.进一步利用位移传感器描述棒的振动图像证明理论分析的正确性.随后在研究影响简谐运动振幅、频率的因素时,小组同学间自由质疑、相互讨论、达成一致,确定影响棒运动的参数可能有棒与圆盘的材质、棒与圆盘接触面的粗糙程度、棒放置的初始位置、两圆盘轴间距、圆盘角速度大小等.最后根据分析设计具体实验方案,鼓励学生自主思考.竞赛成为学生发挥创造力的舞台,实验改进的一小步推动创新思维发展的一大步.

### 3 依托高中生物理创新竞赛 培养学生科学探究

实验是进行科学探究的最佳途径,探究实验在物理学习中占据至关重要的地位.然而目前高中阶段学生科学探究的机会很少,将所学物理知识应用于实践生活的机会更少,在进行分组实验时,学生常常按照课本中设计好的实验目的、实验器材,根据规定的步骤完成实验,科学探究能力很难得到提高.借助物理创新竞赛,学生独立自主地制定探究计划开展科学探究.实验的趣味性、生活化、可操作性激发了学生的探究兴趣,实验结论的不唯一性让学生有更大的探究空间,探究意识和探究能力大大提升.

例如2020年第10题:画出来的导线——用铅笔在纸上画的线可以导电.研究这种导线特性.

引导学生提出物理问题,思考用铅笔在纸上画的线为什么会导电?用哪些物理量衡量导电能力?学生进行猜想和假设,铅笔通过机械磨损而在纸表面留下黑色痕迹,痕迹可以作为导线.导线的电阻特性受到诸多参数的影响,根据电阻公式  $R = \frac{\rho L}{S}$  可知,阻值由电阻率、长度、横截面积决定.学生猜想影响导线电阻的因素可能有铅笔的型号、画线时摩擦力的大小、画线的长度、实验室的温度、纸的材料等等.在进行初步实验后,还需要结合题目进行文献的查阅和资料的收集.学生根据问题建立模型,进行理论分析.针对理论分析设计实验方案,研究各种参量对阻值的影响,记录、处理、分析实验数据并得出结论.然后针对结论作出合理解释,同时结合实验条件和实验方法对数据进行误差分析.最后,学生根据之前的理论分析及实验结果进行总结、交流与反思.通过物理创新竞赛,学生经历问题、证据、解释、交流环节,充分体验科学探究的完整过程,探究能力得到有效提升.

#### 4 依托高中生物理创新竞赛 培养学生科学态度与责任

科学态度与责任是物理学科核心素养之一,揭示了物理学习更高层次的价值追求,对社会和个人的发展都有重要意义<sup>[6]</sup>.借助物理创新竞赛,通过创设良好情境,潜移默化地培养学生科学态度与责任,促进学生的全面发展.物理创新竞赛的实验器材往往比较常见,操作较为简单.例如2021年赛题“同步蜡烛”“不可逆转的浮沉子”“保险丝”“吉他弦”“海绵”“手提直升机”等等,都可以选择日常生活用品作为实验材料.在实验现象记录和实验数据分析方面也不需要大型的测试仪器,可以用现成的软件,例如Phyphox, Tracker, Matlab等.鼓励学生利用身边的物品、可回收资源进行实验探究,培养学生节约资源、保护环境意识,增强可持续发展意识和社会责任感.学生自己动手搭建实验平台,设计探究方案的过程可以培养严谨认真、实事求是和持之以恒的科学态度.团队合作的过程让学生认识到高度统一的团队协作精神与良好的交流沟通能力是任何一个

团队取得胜利的必要条件.辩论性的比赛让学生养成尊重规则、善于倾听、尊重他人、尊重知识、敢于质疑、善于交流的习惯.在角色变换中,作为正方,不仅要在规定的时间内科学、严谨、清楚地陈述观点,还要做到面对反方挑战随机应变.作为反方指出正方优点的同时,更需要敏锐的洞察力,找到对方的不足,有理有节地质疑.而评论方则需要统揽全局,客观评论正反方的观点.

学生人人参与班级物理创新竞赛,经过层层选拔,部分学生又陆续参加了吉林省高中生物理创新竞赛(JYPT)、中国高中生物理创新竞赛(CYPT)、国际青年物理学家竞赛(IYPT).通过物理创新竞赛,学生磨炼了意志,拓宽了视野,学会了坚持不懈,交流沟通能力、创新能力、协同合作意识得到了有效提升.

总之,我们依托高中生物理创新竞赛开展课后自主实验,培养学生物理学科核心素养.基于物理创新竞赛模式的课后自主实验培养学生综合运用所学知识分析解决实际物理问题的能力,有助于学生形成物质观、能量观、运动和相互作用观,同时培养学生的科学思维,增强学生模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新的意识和能力.在解决赛题问题的过程中,学生体验科学探究的完整过程,探究能力得到有效提升,也逐渐形成严谨认真、实事求是和持之以恒的科学态度,以及遵守规范,保护环境并推动可持续发展的责任感.因此,高中生物理创新竞赛是培养学生学科核心素养的有效途径和重要载体.

#### 参考文献

- 1 尹一.基于学科核心素养的高中物理实验教学研究[D].大连:辽宁师范大学,2019
- 2 余华,李川勇,吴强,等.高中-本科-研究生辐射发展的物理学术竞赛[J].大学物理,2018(5):68~71
- 3 陈晨,陆建隆.IYPT赛题解决中的多因素分析及对高中物理实验教学的启示[J].物理教师,2014(10):93~96
- 4 葛惟昆.清华学堂物理系叶企孙班“科研实践基地”简介[J].物理与工程,2020(1):23~25
- 5 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,2020.4~5
- 6 雒蓉.高中物理教学中学生科学态度与责任的培养策略研究[D].延安:延安大学,2021