

科学思维在近3年高考北京物理题中的体现*

黄琰琰 吴广国

(中央民族大学理学院 北京 100081;北京景山学校 北京 100006)

邹斌

(中央民族大学理学院 北京 100081)

(收稿日期:2018-02-12)

摘要:近3年的北京高考物理题正逐渐打破封闭式考题的模式,将物理学科核心素养中科学思维的考查融入考题之中,向更贴近科学发展前沿的方向出题.以2017年北京高考两道物理考题为例,详细讨论了科学思维如何体现在高考命题中.

关键词:物理学科核心素养 科学思维 开放型题目 洛伦兹力

“核心素养”是学生应具备的符合其自身发展和社会需要的品格和能力.物理学科核心素养在高中物理中主要分为物理观念、科学思维、科学探究和科学态度与责任等4部分内容.其中,科学思维是在学生身上最直观体现的学习结果,最易于研究者们观察、测评的^[1].科学思维在提升学生科学探究与问题分析能力上起着关键性作用,并对物理学科核心素养有深刻影响^[2].

本文主要分析了近3年高考北京物理考试题,着重讨论物理学科核心素养的科学思维在其中的体现.

1 近3年高考北京物理题中对科学思维的考查

在碰到一个物理问题时,首先要根据已知的条件进行抽象概括从而构建模型.模型的构建有多种方法,考题中最常考查的是学生是否能利用已学的模型,对新接触的问题进行类似模型的构建(如:由电势类比得出重力势).然后对问题进行科学合理的推理和论证,可以通过定性或定量实验进行推理论证,也可以通过寻找实验规律得出结论(如:牛顿第一定律的论证).最后用批判的眼光对所得的结果进行质疑,反复论证、讨论去验证结果,从不同的角度看待问题进而对结果及探究过程进行讨论并升华.

近3年,开放型题目已经成为北京高考物理的

热点题型.开放型题目常常需要学生从题目中获取相关信息并加工处理^[3],抓住解题的关键语句,根据题目建立有效的模型使题目清晰化.

如2016年高考北京理综非选择题第23(3)小题,题目先是要求写出电势的定义式,为后面的问题打下铺垫,再给出一定提示:“类比电势的定义方法,在重力场中建立‘重力势’的概念”,让学生通过类比法,探究“重力势”这个未曾学习过的概念模型,达到考查学生模型构建能力的目标.

又如2015年高考北京理综第23题第(2)问,题目重点考查的是求解弹力与滑动摩擦力做的功,但在最后又向考生提出疑问:“与弹力做功比较,说明为什么不存在与摩擦力对应的‘摩擦力势能’的概念”.这与其他帮助学生进行模型建立的题目不同,出题人利用反问的形式,使学生明白某些模型是不能类比建立的.在本题中,由于弹力是保守力,而摩擦力是非保守力,所以二者在势能这方面不能通过类比进行“摩擦力势能”的模型构建.因此,学生在使用类比法进行模型构建的过程中,一定要注意分析两者在当前条件下是否能进行类比构建.

在建立了简单清晰的模型之后,就需要通过推理论证得出答案.归纳和演绎推理是学生常用的推理方法,结合逻辑与科学进行假设检验,最终得到问题解决^[4].高考物理中最能体现科学推理论证的题

* 北京物理学会2018-2019年度教育科研立项课题“中学物理创新实验研究”的阶段性成果,项目编号:WLXH1825

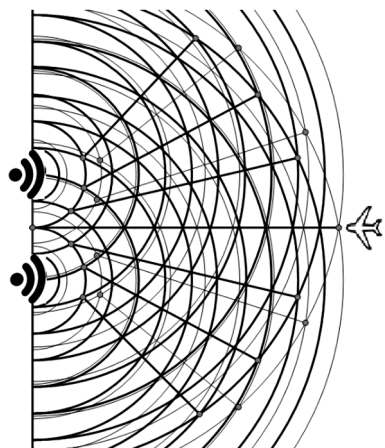
通讯作者:邹斌(1980-),男,博士,副教授,研究方向为物理教育.

目的是选择题,即通过题目给出的某些语句,结合已学知识,对选项进行推理判断。

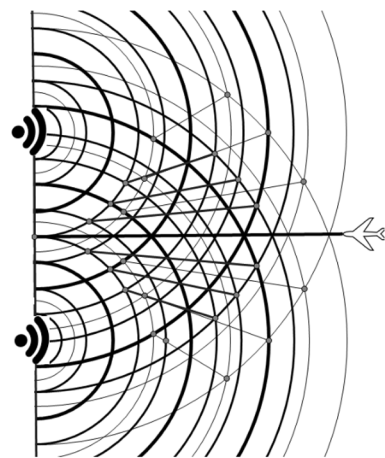
如2017年高考北京理综选择题第20题,这道题目表面上内容是非常新颖的,但学生可以根据题目中“类似于杨氏干涉实验中的双缝”这样的句子,联系所学双缝干涉知识:两列相干波频率必须相等,就能对选项“B.导航利用了 λ_1 与 λ_2 两种无线电波之间的干涉”进行排除;又可以根据题目中的语句“当接收到 λ_1 与 λ_2 的信号都保持最强时”,并联系生活常识:飞机着落轨道必须唯一且准确,就能推断出选项“C.两种无线电波在空间中的强弱分布稳定”为正确选项。

在此题的作答过程中,笔者利用作图工具作出了飞机降落无线电波干涉信号导航图(图1),图中粗实线表示 λ_1 信号的波峰,细实线表示 λ_2 信号的波峰,为使图像看起来更简洁,作图过程中省略了二者的波谷信号.图中已用粗细线段分别表示出两种干涉波的各级干涉加强点的连线.图1(a)中 λ_1 与 λ_2 之比为1:1.3,两者的信号加强波不存在重合的情况,可以从图中明确看到,二者的干涉加强只在两信号源连线的中垂线上(零级干涉)是重合的,因此飞机的降落路径只能是唯一且正确的。

但是在画图过程中还可以发现,如果图1(b)中 λ_1 与 λ_2 之比为1:1.5,此时 λ_1 信号的三级波峰与 λ_2 信号的二级波峰重合,这就导致 λ_1 的三级加强与 λ_2 的二级加强重合.因此,当 λ_1 与 λ_2 之比为整数倍时,飞机降落轨道可能不唯一.因此,该考题题目可以将 λ_1 与 λ_2 之比限定一下,以提高题目的创新性和对考生的区分度。



(a)

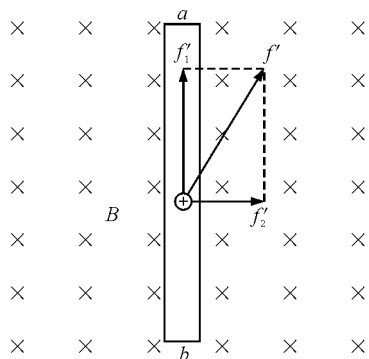


(b)

图1 飞机降落无线电波干涉信号导航图

物理课程对学生的培育不能仅限于知识的传授,还要注重培养学生的创造性,为其日后的发展打下基础^[5].“创造性”学力的育成不仅仅是靠知识的习得与再现的“记忆型”学力,更要靠能动的“思考型”学力^[6].学生对所学知识不能做完全的肯定、吸收,对已有的定论也应抱有质疑的态度.学生在解题的某一环节产生了质疑,才会去进行探究,在探究的过程中就会对知识有更深刻的理解,为日后创新打下铺垫,因此,质疑是创新发展的基础。

如2017年高考北京理综第24题第(2)问b小问,“已知洛伦兹力对运动的电荷不做功,那么导体棒 ab 中的自由电荷所受洛伦兹力是如何在能量转化过程中起到作用的呢?”题目先是肯定了“洛伦兹力对自由电荷不做功”这个理论,而后针对本题开头提到的“电动机”提出了“洛伦兹力在电动机工作过程中是如何将电能转化为机械能”的问题.学生最初接触此题时一定也会产生疑问,既然洛伦兹力对自由电荷不做功,那么为什么会有能量的转化呢?此时,学生若能抓住问题中“ ab 棒中的自由电荷”这个前提,并结合(2)a小问所做的自由电荷在 ab 棒中受力图(图2所示),就可以进行分析:自由电荷所受洛伦兹力可以分解为沿 ab 棒方向的分力 f'_1 , f'_1 阻碍自由电荷移动,在宏观上就表现为消耗电能;另一个分力 f'_2 方向垂直于 ab 棒, f'_2 宏观上表现为安培力做正功,使得机械能增加;因此,微观上洛伦兹力虽然对自由电荷不做功,但是在宏观上通过两个分力的不同做功,将电能转化为机械能,并不违背“洛伦兹力对自由电荷不做功”的理论。

图2 自由电荷在 ab 棒中的受力分析

本题看似是对“洛伦兹力对自由电荷不做功”这一理论的质疑,却在题目中一步步引导学生进行思考与探究,使得学生对微观洛伦兹力和宏观安培力有了更深刻的理解.本题不仅展现了出题人题目的创新思维,也体现了北京高考物理试题对考生综合能力和创新能力的考查.

近3年高考北京物理试题还有不少非常值得研究的开放型题目,在此不再进行详解,通过列表形式简要介绍,如表1所示.

表1 近3年高考北京物理题中涉及的开放型题目

题目	开放型的表达	考查内容	体现的科学思维
2016年高考北京理综第20题	“各种悬浮颗粒物形状不规则,但可视为密度相同、直径不同的球体”	将所研究的系统化简,只关注颗粒物的直径而忽略其他,便于讨论与研究	模型构建
2016年高考北京理综第24题	“激光束可以看做是粒子流,……在发生反射、折射和吸收现象的同时,也会对物体产生作用”	利用光的波粒二象性将光构建成粒子流的模型,便于问题讨论	模型构建
2015年高考北京理综第20题	“常用公交卡(IC卡)内部有一个由电感线圈 L 和电容 C 构成的 LC 振荡电路”	将生活常见物品的物理学原理揭开,将生活与物理紧密联系.本题不仅可以利用物理学知识解题,还可以结合生活常识进行推理,得出答案	推理论证
2015年高考北京理综第24题	“真空中放置的平行金属板可以看做光电转换装置”“该装置可看做直流电源”	把光电效应、电容和电容做直流电源几个看似不相关的知识点结合起来	创新

2 结论

近3年高考北京物理试题对学生并不仅仅是知识点的考查,还包含了对学生科学思维的考查.考查学生是否在多年的物理学习中建立起了科学思维,实质就是考查学生是否具备了模型构建、推理论证和质疑创新的能力.学生在答案中展现的不仅是他们对知识点的掌握,还有他们的思考过程.本文列举的几道题目对学生科学思维的考查都十分到位,若学生只单纯地习得各个知识点而不具备科学思维,就很难抓住题目所给的条件进行模型构建和科学地推理论证,就无法解出题目所求的答案^[7].可以看出,近3年的高考北京物理题正逐渐打破封闭式考题的模式,将物理学科核心素养中科学思维的考查融入考题之中,向更贴近科学发展前沿的方向出题,

不但要求学生拥有严谨的科学态度,而且要求学生具备清晰的逻辑思维以及合理联想与创新的能力.

参考文献

- 1 方红霞. 学生发展之物理核心素养教育的思考. 物理通报, 2017, 36(12): 2 ~ 5
- 2 张晶, 韩宏颖, 李丽. 实验探究培养物理科学思维核心素养. 物理通报, 2017, 36(11): 92 ~ 93
- 3 丁志荣. 加强开放型问题教学, 提升物理学科核心素养. 湖南中学物理, 2017, 32(11): 20 ~ 21
- 4 陈敏丽, 熊建文, 肖洋. 科学推理能力在物理问题表征过程中的作用. 物理通报, 2015(12): 116 ~ 120
- 5 孙宏涛. 核心素养理念下物理“探做析”实验教学实践初探. 物理通报, 2017, 36(12): 58 ~ 61
- 6 林明华. 高中物理核心素养的内涵与培养途径. 福建基础教育研究, 2016(02): 4 ~ 6
- 7 林伯来, 曾斌. 浅谈高中物理核心素养下科学思维能力的养成. 物理通报, 2017, 36(8): 30 ~ 34