



高考物理探究性试题的主要类型及解决策略^①

朱行建

(天津经济技术开发区教育促进中心 天津 300457)

罗成

(乌拉特前旗第一中学 内蒙古巴彥淖尔 014400)

(收稿日期:2016-11-09)

重视科学探究是我国新一轮基础教育改革的核心,考试评价是考查落实科学探究的最有效方式之一.高中阶段的终结性测试——高考亦重视对科学探究能力的考查,因此,孕育并产生了一类新题型——探究性试题.所谓物理探究性试题就是以实验或生活中常见的物理现象为探究对象,要求考生围绕问题展开探究活动,进而解决问题的一类试题^[1].探究性试题改变了常规的思维模式,其思维流程由定向性思维转向发散性思维与创造性思维,要求被试者根据已知情景进行观察、猜想、分析、归纳、迁移、推理或综合应用相关知识.探究题能考查被试者对知识与技能的掌握程度,还能考查对过程与方法的理解深度,更能有效甄别情感态度价值观的渗透厚度.解决这类试题,考生须具备扎实的物理知识和较强的阅读理解、分析推理、实验设计、归纳总结等能力,因而成为教学备考中的难点.欲软化这一难点,对探究性试题的特点进行科学分类并探索解决策略是有效的方式之一.

探究性试题进行科学分类首先要考虑分类的标准,若分类的标准不同,则分类的结果就不同.如根据考生亲历探究过程的完整性,探究可分为完整的探究和部分的探究;根据试题在探究环节中对考生行为的引导程度,探究可分为指导型探究和开放型探究;根据考查目标及呈现形式,探究可分为思维探究和实验探究;根据试题结构特性,可分为条件探究题、结论探究题、方法探究题.这样的几种分类均未结合物理学科的特点,本文基于物理学科特点,将探

究性试题具体分类为5种主要类型,结合案例分析其命题特点并给出相应的解决策略,以供读者参考.

1 对物理现象的探究

1.1 “物理现象探究题”案例分析

一般认为,“物理问题”是从“物理现象”中抽象归纳出来.所谓物理现象是指在科研、生活、生产中客观存在的,未被加工的实际问题^[2].透过物理现象,提出问题是考生探究学习的开始,它在整个物理探究学习中占有非常重要的地位.例如2015新课标I卷第19题,试题选取阿拉果“圆盘实验”中发现的“圆盘在磁针的磁场中绕过圆盘中心的竖直轴旋转时,磁针也随着一起转动起来,但略有滞后”,这一现象为素材展开探究.提出问题:圆盘是否会产生感应电动势;圆盘转动过程中,磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量是否发生了变化.试题还要求探究磁针转动的原因,是圆盘内的涡电流产生的磁场导致磁针转动还是在圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成电流,此电流产生的磁场导致磁针转动.又如2015年浙江卷第24题,试题选取“电流天平”这一素材,进一步探究电磁感应现象,改变其中的部分物理参量再次让天平平衡,求磁感应强度的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$.试题将安培力、平衡条件、电磁感应等相关知识点综合于一体,重点考查考生综合运用物理知识分析解决问题的能力,可谓推陈出新,更进一步.2015

^①《物理通报》天津工作室供稿

年江苏卷第4题与2015年浙江卷第24题选取的素材相同,在对物理现象的探究层面另辟蹊径,给出4幅插图,提出问题:若磁场发生微小变化,哪种情况天平最容易失去平衡。

1.2 “物理现象探究题”命题特点与解决策略

对物理现象展开探究是高考命题的常用思路,与此相关的试题亦是常考常新。基于试题的三要素(情境材料、问题设计和测验目标),对物理现象探究题的特点进行总结,如图1所示。

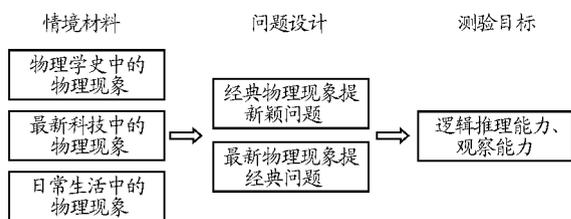


图1 物理现象探究题特点

在设计“物理现象探究题”时,首先遇到的问题是如何选取探究的素材,只有符合考生实际的好素材能够激发考生探究的欲望。在高考测试中,素材选取的途径主要有:

(1) 从物理学史中选取有重大历史意义的装置与仪器;如科学家奥斯特之所以能提出“电流磁效应”,是始于他对南北方向放置的通电导线旁边的小磁针发生了“转动”这一物理现象的探究,诸如此类的事例在物理学发展史中比比皆是。

(2) 对教材上探究过的问题加以改变,增添新意;

(3) 从科技、科普资料或新闻报道中挖掘素材。在日常教学中挑选部分具有代表性的发现、发明为素材进行再加工,或者对教材中涉及的一些探究、探索类问题改组之后运用于练习中,可让考生用不同的知识方法解决,或从不同的角度思考探究。在平常多关注新闻或前沿科学信息,例如,航天事件、体育赛事等 STS 问题编入模拟试题,可使考生灵活应用所学的物理知识和物理方法解决“物理现象探究类”问题。

2 对物理过程的探究

2.1 “物理过程探究题”案例分析

物理过程是物理现象变化的过程,能否准确、清晰地分析物理过程,学会对物理过程的处理方法是解决物理问题的关键,反映出考生分析、解决问题能力的高低。例如2014北京卷第20题,选取“负折射率材料”展开探究,提出问题:若该材料对于电磁波的折射率 $n = -1$,请考生选择正确反映电磁波穿过该材料的传播路径的示意图。试题提出一个折射率可以为负值的物理问题,这一问题对于考生而言是陌生的。光的折射的物理过程是怎样的呢?要求考生进行物理过程的探究,考生可以利用所学的知识进行迁移解决问题,因为折射率为负,所以入射光线、折射光线应该在同一侧,同时,折射角应该与入射角相同。又如2016年北京卷第24题,试题取材源于教材又高于教材,朴实、亲切、可感悟实验,设问则以小球斜射板进阶到光斜射介质小球,侧重物理过程的探究,将理解、推理、实验、应用、探究能力融于一体。做到了取材、考查知识与能力、学科素养、考查目标与意义的和谐统一。

2.2 “物理过程探究题”命题特点与解决策略

“物理过程探究题”类问题首先要根据试题提供的情境提出自己的猜想或假说,然后通过分析与论证,评估其合理性,试图让考生在解决问题的过程中经历一次科学探究的过程。当前高考物理试题中对“物理过程探究题”多数是综合题、创新题,其目的就在于现场考查考生的思维过程,观察考生综合运用所学知识分析问题和解决问题的思维过程,从而评判学习能力的高低。“物理过程探究题”的结构包括两大部分:题头是试题开头的叙述部分,包括提供的信息或探究所必需的部分材料和所要探索的问题;题干是试题核心部分,主要包含探索过程,内容包括假设(或猜想)、探索方案和一系列的探索问题等^[3]。基于试题结构可以得出解决策略:提取题头已知的核心信息与比较熟悉的物理知识或物理模型做类比;选取与题头提供信息类似的物理知识或物理过程进行对问题的分析解答。

3 对物理实验的探究

3.1 “物理实验探究题”案例分析

“物理实验”是人们根据物理学研究的目的,尽

可能地排除外界的影响,突出主要因素并利用科学仪器设备,而人为地变革、控制或模拟研究对象,使物理现象(或过程)发生或再现,从而认识自然现象、自然性质、自然规律的一种科学活动.高考测试中对“物理实验”的探究主要是以实验题的题型呈现,因为大多数情况下科学探究离不开实验.例如2016江苏卷第10题通过实验探究某一金属电阻的阻值 R 随温度 t 的变化关系.此题与人教版选修3-1模块“导体的电阻”一节中的探究性实验“探究导体电阻与其影响因素的定量关系”有所不同,本实验中采用了替代法测电阻,教材中采用伏安法测电阻.考生对伏安法测电阻的原理比较熟悉,但对替代法测电阻比较陌生,这就需要考生灵活运用所学知识(欧姆定律)解决问题.教材中通过实验探究导体的电阻与它的长度、横截面积及它的材料等因素的定量关系,而试题则换思路探究金属电阻随温度的变化关系.类似的如2016新课标Ⅲ卷第23题探究物体加速度与其所受合外力之间的关系.2016北京卷第19题探究用不同的方法测定干电池的电动势和内阻,选项提供4种器材组合,让考生对实验方案进行评估,哪种器材组合最不可取.

3.2 “物理实验探究题”命题特点与解决策略

“物理实验探究题”特征明显,通常根据设计方案恰当选择器材,拟定合理的实验步骤,正确处理实验数据,得出实验结论.实验方案的设计是创设探究性实验试题的一种重要思路之一,“方案设计型”探究试题通常是以熟悉的物理实验为背景,给出要研究的问题,要求考生首先要能理解题意,然后根据已学过的基础知识和基本技能设计方案,最后给予解答.这与科学探究中的方案设计、分析论证、表达交流等能力有较高的契合度,是典型的物理实验探究的考查.实验题中设计“物理实验”的探究主要以半自主探究为主,具体来说,试题的原理和装置源自教材,只是在基本原理与基本装置上进行局部的探究,在复习备考中教师应有意识地让考生在实验中发现,进行探究,考生每完成一次实验,让他们弄清实验的设计原理和设计方案,完成该实验还有哪些新方案,该实验还有哪些其他用途,以提高考生的创新设计能力;考生应掌握基本实验方法,并能将这些

方法灵活迁移到新的实验中去解决问题,不但平时要重视考生探究性实验,而且在高考复习中也要带着问题进实验室;教师要注意将考生实验中的验证性实验、测量性实验改编为具有特定情境、特定要求的探究性试题,或者从物理专业刊物上引入一些探究性试题,让考生在训练中理解科学探究过程,并能将探究方法进行迁移,以提高其实验探究能力^[4].强调理解知识、掌握方法和培养能力相统一.

4 对物理理论的探究

4.1 “物理理论探究题”案例分析

对“物理理论”的探究就是为现实世界建立数学模型来试图理解所有物理现象的运行机制,通过物理理论条理化、解释、预言物理现象.例如2014北京卷第24题对导体切割磁感线的运动可以从宏观和微观两个角度的认识.试题以导线切割磁感线这一简单情境入手,要求探究出一个合理的自由电子的运动模型,这需要考生深入挖掘其蕴含的物理内涵,从能量转化、宏观导体棒运动及微观电子运动等各方面考查宏观与微观的联系.特别是第3问,把安培力及其微观含义,即洛伦兹力的理论推导联系起来,根据所学的知识探究建立起运动的模型,对于考生可能建立如下两种模型:

第1种是匀加速及碰撞运动模型,即设想电子受洛伦兹力做匀加速运动后,与金属离子碰撞并将其在加速中获得的运动量(动量,或者能量)全部转移给离子;

第2种是匀速运动模型,即从宏观的动态平衡出发,设想电子以匀速运动,从而其受力平衡,得到离子的平均作用力等于洛伦兹力的结论.

上述两种方法均建立在考生熟知的运动学基础之上.本题开放程度高,为理论探究问题的设计开辟了探究性试题命题设计的一条道路.

4.2 “物理理论探究题”命题特点与解决策略

在高考测试中对“物理理论”的探究一般是给出某一物理规律或结论,通过合理的试题情境,让考生重走“研究现场”,也有让考生根据条件探索相应的物理理论或物理概念,要求考生利用条件进行合理的猜想,“发现”物理规律、判断某一新概念的引

人是否合理,并给予证明,这类试题主要考查考生的发散思维能力和抽象思维能力.解决该问题主要对物理理论进行“分析与论证”,比如考生能否对收集的信息进行比较;寻找数据之间的相互关系和特征,能否根据有效的数据进行逻辑判断和批判性思维,从而得出正确结论等;解决该问题还会涉及“评估”环节,评价结论是否符合基本物理原理,并且对物理理论进行修正.

5 对物理方法的探究

5.1 “物理方法探究题”案例分析

所谓对“物理方法”的探究就是运用现有的物理知识对物理做深入的学习和研究,找到解决物理问题的基本思路与方法.

例如2016年新课标I卷第25题,试题通过生活中常见的喷泉为情境,贴近考生生活实际,体现了“从生活走进物理,从物理走向社会”的理念.考生对质点、匀变速直线运动等理想化模型比较熟悉,教材中对理想流体的模型虽在“思考与讨论”栏目中有过简单应用,但考生对理想流体模型还是比较陌生的.能否将现有的物理知识迁移到陌生问题中来,这体现出考生的问题解决能力的强弱.面对流体为研究对象的时候,可把它当“固体”看待,这本质上是建模的方法.试题在设问中还用到微元法,如第1问,设极短时间 Δt ,则在极短时间 Δt 喷出水的体积为 $Sv_0\Delta t$,其质量为 $\Delta m = \rho Sv_0\Delta t$,进而求得喷泉单位时间内喷出的水的质量 ρSv_0 ;第2问,则要以极短时间 Δt 内喷出的水为研究对象,运用动量定理、平衡条件和动能定理进行求解.显然,本题探究问题解决的物理建模与微元法是关键之所在.

又如2015年北京卷第23题第2问中题干提出分析物理量的数量级,是解决物理问题的常用方法,在第3问中又指明用类比法建立“重力势”的概念.

再如2012年北京卷第20题以“约瑟夫森结”辐射电磁波为情境,依托单位制为突破口,考查物理方法,主要考查考生的理论探究能力^[5].

5.2 “物理方法探究题”命题特点与解决策略

“物理方法”的探究题通常指题目的条件和结论是已知的或部分已知,有些题目中会直接指明探索某一问题的物理方法,有些题目则需要探索解决问题的方法或设计解题方案.这类试题的解决方法不唯一,解题路径不明确,解决问题时考生必须根据已有的知识、物理事实和条件,运用恰当的方法(如观察、类比等),进行逻辑推理和论证,综合与迁移运用所学知识,建立合理的物理模型,对新颖的物理情境做出正确的判断,从而使问题得以解决,这类试题具有综合性强、包容度大,思维要求高的特点,因此在高考测试中以计算题的形式呈现.

6 结束语

科学探究是新课程的一个亮点,同时亦是大家所讨论的热点.在《普通高中物理课程标准》中虽然指出了科学探究的几个要素,但是科学探究并不仅仅是实验探究,还可以是物理现象探究、物理过程探究、物理理论探究和物理方法探究,科学探究不仅仅是一种科学活动,更是一种科学精神.高考物理探究性试题的综合应用性强,具有明显的学科特点,它能有效地检验考生对相关物理基础知识的掌握情况,又能反映出考生灵活运用所学知识的能力,对考查考生的科学素养特别有效,因而备受高考命题者青睐.我国高考的地位和重要性决定了它对中学教学强有力的反拨作用,只有全面、辩证地认识科学探究的内涵和外延方可利于中学物理教学与高考备考,进而促进探究精神落地生根.

参考文献

- 1 孙宝英,陈超君.探究性物理试题的特征与编制策略研究.中学物理教学参考,2010(1-2):2~6
- 2 惠永,邢红军.从“物理现象”入手提高考生解决实际问题的能力一例.物理通报,2006(2):33~34
- 3 刘全明.试谈化学探究性试题的组成、结构、分类和解法.化学教育,2008(4):42~49
- 4 谢伯仁.近年高考探究性考题的类型及特点.物理通报,2012(11):94~96
- 5 丁庆红.谈高考物理试题的探究性.中国考试,2012(11):28~33