

· 习题教学 ·

基于“诊断·剖析·探究·整合·评价”的 选考物理“对题复习”模式研究

李晨华^{1,2}

(1. 华东师范大学教师教育学院, 上海 200062; 2. 浙江临海市回浦中学, 浙江 台州 317000)

摘 要: 针对选考复习中对真题利用低效的现象, 笔者经过近3年教学实践的探索和完善, 逐步形成了基于“诊断·剖析·探究·整合·评价”的“对题复习”教学模式, 文中从模式提出、模式构建、案例分析和效果评价等方面阐述了该模式在选考复习中的初步研究成果。

关键词: 评价; 对题复习; 模式

1 模式的提出

复习教学, 实质上就是问题解决的教学。《普通高中物理课程标准》在教学建议中明确指出: “应通过问题解决促进物理学科核心素养的达成。”^[1] 教育部考试中心发布的《中国高考评价体系》也指出高考命题制时要重视对“问题解决能力”的考查。^[2] 选考复习中, 研磨真题是提升学生问题解决能力的重要途径之一。

笔者在2022年1月首考后便开始关注“选考真题的如何充分利用”, 先后随听了60余节相关的复习课, 发现“学生兴趣并不高、没有发挥出真题应有的价值”。通过学生面谈、问卷调查等途径, 发现症结主要源于5点: ① 内容上缺课前诊断, 少起点分析, 认知起点分析不充分, 致使难以引发学生的深度思维, 不能真正满足不同层次学生的认知需求。② 目标上缺素养意识, 少真题剖析, 课前对真题的素养要求剖析不到位, 教师头脑中没有一幅学生应该达到完整的素养结构图。③ 组织上缺学生参与, 少互动设计, 师生、生生互动较少, 缺乏展示学生思维过程和自主探究的环节。④ 认知上缺深度整合, 少联系建构, 在真题解决中对求解思维流程和最一般方法的高层次概括还不够。⑤ 评价上缺激励机制, 少过程设计, 评价上以教师为主, 关注结果多于过程, 未能充分发挥教学评价的“反馈、调节和激励”等正向功能。

为此, 笔者进行了近3年的探索实践和完善

优化, 逐步形成了基于“诊断·剖析·探究·整合·评价”的“对题复习”模式。下面从内涵特征、设计路径、操作流程、案例分析和效果评价等方面作一详尽说明。

2 对题复习模式的构建

2.1 内涵特征解读

在浙江选考物理真题中, 有一些题目的考点较为稳定, 如压轴第20题是以粒子在场中运动为核心考点, 第19题是以电磁感应为核心考点。“对题复习”, 是以信息加工理论、建构主义等为理论依据, 选取某一道(或一类)典型选考真题作为复习的源起, 对与之相关的知识、方法进行整合, 针对学生某方面的素养缺陷设计探究任务(如动量定理在复合场中的应用、带电粒子收集率问题等), 开展互动交流, 进而达到提升学生该方面素养的教学目的。对题复习课堂, 不仅关注问题解决所获得的结果, 更重视问题解决过程中学生思维所获得的发展。

在“对题复习”模式中, 对题复习任务属于载体、是途径, 问题解决属于内容、也是本质, 科学思维的提升属于最终目标、是核心。一个对题复习任务所占课时通常在1~2课时, 具有快捷、精准、高效、独立等显著特征, 非常适合在考前冲刺阶段使用。

2.2 对题复习教学设计的路径

我们基于美国课程专家威金斯和迈克泰提出

基金项目: 本文系浙江省2024年度教育科学规划课题“进阶+评价: 基于真实问题解决的思维型复习模式研究”(课题批准号: 2024SC260); 浙江省2024年度教育信息化研究课题“进阶+评价: 高中物理高效益教具开发策略与实践研究”(课题批准号: 2024ETD21)的阶段性研究成果。

的“目标先行、评价优先”的设计理念,采用逆向化的复习教学设计,在认知诊断和真题剖析的基础上确定素养目标,根据目标设计评价任务,根据评价任务设计学习经历(可能的路径和内容),即学即评完善设计,达到以评促教,实现“教—学—评”一致性的目的。^[3,4]逆向化对题复习教学设计路径如图1所示。

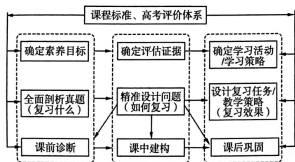


图1 逆向化对题复习教学设计路径

2.3 操作流程

该模式中,精准诊断是前提,深度剖析是基础,探究迁移是关键,整合构建是核心,反思评价是保障。具体操作流程如图2所示,主要包含5个环节,环节(1)和(2)由教师在课前完成,环节(3)和(4)由师生一起在课堂上完成,环节(5)由学生独立完成或在教师指导下完成。其实,“环节(1)”“环节(2)”和“环节(3)(4)(5)”,刚好体现了浙江原高中物理教研员梁旭老师的“心中有学生、脑中有结构、手中有方法”的教学理念。^[3]

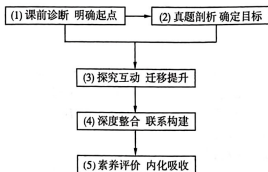


图2 对题复习课堂操作流程

2.3.1 课前诊断,明确起点

根据学生的基础,可将选考真题或真题改编题作为诊断题,学生完成后,教师详细分析学生的作答情况。对学生在诊断题中暴露的一些普遍性问题或典型性问题进行甄别,论证其有无必要设立子任务进行深入探讨。对子任务的核心问题应深入分析,寻找学生的真实想法和思维路径,诊断出思

维的难点和阻断点,进一步明确学生的认知起点和素养水平。

2.3.2 真题剖析,确定目标

真题剖析包含4个层次,即“试题本身的考查目标→学生层面的答题情况→教师层面的应对策略→命题专家的素养目标”。层次1—知识点定位、需要的思想方法、求解策略;层次2—学生可能的错误点、成因及相应的素养缺失;层次3—有无相近的试题、能否从教材中找到原型、真题与原型的差异在哪及如何突破;层次4—涉及的核心素养要素及水平等级。通过前面4个层次的剖析,再结合课前诊断,确定学生认知层面和素养层面的“起点—终点”的“差距”,这个“差距”就是提升的目标,也是设计探究任务的依据。

2.3.3 探究互动,迁移提升

思维源于问题,问题是思维的心脏。对核心问题的突破,可结合“题目求解的关键”,通过改变“题目的变量”,将其分解为几个建构性小任务,或延伸出更多相关性、相似性的建构性问题,逐步呈现给学生,进行探究。通过师生、生生的思维碰撞、观念交换,让学生在“变化中探索,探索中求新,新知中迁移,迁移中提升”,使学生学会从变化情境中准确把握物理本质,达到使知识和方法进一步精化、以不变应万变的目的。

2.3.4 深度整合,联系构建

对相似问题应找出其中的差异和共性,全面分析问题的特征,从多变的情境中发现不变,将孤立的情境关联起来,提炼出解决这一类问题的“通法”,引导学生将这一类问题以情境化的、结构化的方式存储于长时记忆中。这样既有利于有意义的知识建构,还有利于知识的提取、迁移和应用。

2.3.5 反思消化,综合评价

反思的方面包括:先前的做法为何不对或不妥,澄清了哪些模糊的认识,获得了哪些新知,习得了何种方法和策略。再让学生用简洁的语言阐述自己的理解,并对新获得的方法进行评价,教师及时完善补充。最后,再辅以2道评价性试题来检测学生的素养提升程度。

3 案例分析

光学是选考物理的必考点,尤其是光的折射和全反射问题的求解,需通过“光学规律的应用→作光路示意图→转化为平面或立体几何问题”等环节,对学生的综合素养要求较高。下面以2023年6月浙江选考物理第13题为研究源起,以“全反射中照亮形状与面积确定”为研究主题,对“对题复

习模式”的操作流程加以说明。

3.1 课前诊断,明确起点

以2023年6月浙江选考物理第13题原题为诊断测试题,要求学生作答时写出分析的详细过程。

诊断测试题:在水池底部水平放置3条细灯带构成的等腰直角三角形发光体,直角边的长度为0.9 m,水的折射率 $n = \frac{4}{3}$,细灯带到水面的距离 $h = \frac{\sqrt{7}}{10}$ m,则有光射出的水面形状(用阴影表示)为



典型错误:

学生解答1:根据小孔成像原理,发光体为等腰直角三角形,所以有光射出的水面形状应该是三角形,选A项或B项。

学生解答2:水面下一点光源在水面上形成的光斑是圆形的,所以有光射出的水面形状边缘处应是圆弧形。至于中间有无空缺,也不知该怎么确定,感觉D项中的图形比较复杂,它对的可能性会比较大。

答题分析:

解答1的学生将全反射形成光斑问题与小孔成像问题混淆,没有经历“分析→判断→建模”等思维流程,缺乏实际问题解决需要建模的意识。解答2的学生,分析出了水面上有光射出形状的边缘是弧形,但至于中间有无空缺,却没有找到有效的对策,说明学生缺乏将现有问题(线光源)与已有模型(点光源)之间转化的意识与策略。

3.2 真题剖析,确定目标

层次1和层次2的剖析已融合在环节(1)中进行,这里仅对层次3和4做一说明。这道真题的原型,可以追溯到选择性必修1教材全反射一节中的例题(如图3)。“在潜水员看来,岸上所有景物都出现在一个倒立的圆锥里,为什么?这个圆锥的顶角是多大?”

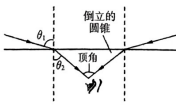


图3 真题原型图

2023年6月浙江选考物理第13题与例题的差异在于光源的类型不同,教材例题中的潜水员相当于水面下的一点光源,真题中光源是由3条线光源围成的三角形光源。突破的难点在于如何建立起“点光源→线光源→三角形光源”间的联系。本题重在考查科学思维中的模型建构、科学推理、科学论证和质疑创新,接近素养水平4。

3.3 探究互动,迁移提升

课堂上设计了2项探究性任务,分别是“建构性试题的解决”与“再解真题”。

3.3.1 建构性问题的解决

建构性试题1:如图4所示,边长为 $2a$ 的正方体玻璃砖,中心有一单色点光源 O ,该玻璃砖对该光源的折射率 $n = \sqrt{3}$,求:从外面看玻璃砖被照亮的总面积 S 。

简析:选取其中的一个面进行分析,如图5,发生全反射的临界角为 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}$,当入射角大于临界角 C 时将不会有光线射出,光在各个面上照亮的部分为圆面,设半径为 r ,根据几何关系有

$\tan C = \frac{r}{a} = \frac{\sqrt{2}}{2}$,圆的面积为 $S' = \pi r^2$,故照亮的总面积为 $S = 6S' = 3\pi a^2$ 。

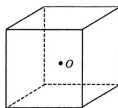


图4 建构性试题1

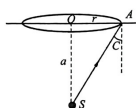


图5 建构1分析

建构性试题2:如图6(甲)所示,一块折射率为 $\sqrt{2}$ 的楔形玻璃,侧面 ABC 为直角三角形, $\angle ABC = 30^\circ$ 。有一根长为 l 的线光源 DE 与 FB 平行放置在底面上,线光源到 FB 的距离为 d ,线光源到3个侧面的距离都足够大。图6(乙)为楔形玻璃的侧视图,若不考虑多次反射,则 AB 所在的上表面的透光面积有多大?(答案: $S = \frac{\pi}{4}d^2 + dl$)

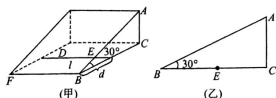


图6 建构性试题2

这两道建构性试题中,光源的区别在于一个是点光源、另一个是线光源。两种光源的联系在于,线光源可等效为一个点光源在某方向上的移动,照亮区域即为点光源在界面上所形成圆形光斑的移动,如图7。这一点,必须通过“启发引导→讨论交流”让学生体悟到。



图7 点光源向线光源的动态转化

3.3.2 再解真题

问题1:2023年6月浙江选考物理第13题中的光源和建构性试题1、2中的光源有何区别与联系?你打算如何处理?

问题2:借助动态思维,请画出水面上有光射出区域可能的形状。

问题3:水面上有光射出区域的中间有无空缺,能否将其转化为几何问题进行定量求解?

关于问题1,学生此时基本都能想到借助动态思维,将其转化为“点光源的移动”。关于问题2,学生画出的情形主要有两种,当水下点光源在水面上产生的圆形光斑半径 r 较小时,水面上有光射出区域的中间有空缺,如图8(a)所示。当圆形光斑半径 r 较大时,水面上有光射出区域的中间无空缺,如图8(b)所示。究竟圆形光斑半径 r 取多少时,水面上有光射出区域的中间才恰好无空缺呢?

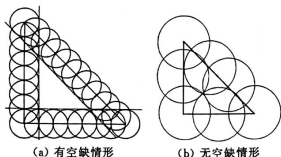


图8

进一步分析发现,在图8(a)中竖直虚线与竖直实线间距为 r ,水平虚线与水平实线间距为 r ,倾斜虚线与倾斜实线间距也为 r ,3条虚线围成的三角形代表水面上有光射出区域的中间空缺。当 r 逐渐增大时,3条虚线围成的三角形面积逐渐减小,当3条虚线交于一点时,代表水面上有光射出区域的中间恰好无空缺,启发学生思考此时圆形光斑半径 r 也就是实线三角形的内切圆半径 r' 的

大小,如图9。至此,学生恍然大悟,可以通过比较“发光体内切圆半径 r' 与圆形光斑半径 r ”的大小,来精确定水面上有光射出区域的中间有无空缺。

设发光体直角边长度为 a ,由 $\frac{1}{2}a^2 = \frac{1}{2}(a+a+\sqrt{2}a)r'$,解得 $r' = \frac{a}{2+\sqrt{2}} < \frac{a}{3} = r$,故中间无空缺。

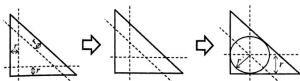


图9 物理问题向几何问题的转化

3.4 深度整合,联系构建

通过任务1和任务2的解决,应让学生建立起“点光源→线光源→面光源”等不同类型的光源间是可以相互转化的。这类问题的解决既需要关注问题的原型,更需要正确的物理观念、灵动的科学思维和有序的操作过程。通过师生讨论,可提炼出具体的思维流程,如图10所示。



图10 解决“全反射中照亮形状与面积确定问题”的思维流程

3.5 反思消化,综合评价

一个物理问题求解完成之后,学生的思维往往并没有立刻停止,他可能还有一些困惑,这时教师应给学生搭建平台及时进行反思评价、完善优化。

师:这节课你印象最深刻的是哪一环节?

生1:借助动态思维“点光源→线光源”的转化,这种处理很妙!能否这样处理,线光源的微元就是点光源,无数个连续点光源的累积便是线光源。线光源在水面处的照亮形状可看成无数个点光源在水面上照亮区域的连续排列。

师:你的理解非常棒,里面涉及了“微元累积、等效”的物理思想。

生2:我觉得物理模型(原型)很有意思,它是解决这一类问题的参考方向。

生3:将物理问题转化为几何问题,这一环节很有味道,如何找到“转化的方向”很值得思考。

……

同时,也借助两道评价性试题来检验学生的

素养提升情况,这两道试题可结合课堂实际推进情况放在课中或课后使用。

评价性试题1:重庆市三峡广场的三峡水景观处,水池底水平放置4条红色线状灯带构成边长为0.6 m的正方形,灯带平面到水面的距离为 $\frac{\sqrt{7}}{15}$ m,水对红光的折射率为 $\frac{4}{3}$,有红光射出的水面形状为下列图中的(用阴影表示)



简析:取细灯带上某一点作为点光源,点光源在水面上有光射出的形状为圆形,设此圆形的半径为 R ,临界光路如图11.由 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}$,得 $\tan C = \frac{3}{4}$,根据几何关系有 $R = h \tan C = \frac{\sqrt{7}}{15} \times \frac{3}{4} = 0.2$ m.一条灯带在水面上的透光形状可等效为“点光源在水面上所形成圆形光斑的水平移动”,因 R 小于正方形边长的一半,故4条红色线状灯带构成的发光体发出的光在水面上有光射出的水面形状如图12所示,故选A.

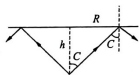


图11 评价试题1
临界分析

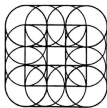


图12 评价试题1
动态分析图

评价性试题2:在水池中水平放置一半径为 $r_0 = 0.3$ m的圆形细灯带,水的折射率 $n = \frac{4}{3}$,细灯带到水面的距离 h 可调,试分析有光射出的水面形状(用阴影表示)及面积。

简析:设灯带中心为 O , O 在水面上的正对位置为 O' ,取细灯带最右侧的一小段作为研究对象,当细灯带到水面的距离 h_0 时,该小段发光体发出的光射到 O' 时的入射角恰为临界角 C .它在水面上照亮区域为圆形,半径为 r ,且 $r = r_0$,如图13

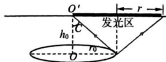


图13 评价试题2临界分析

所示.由 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}$,则 $\tan C = \frac{3}{4}$.根据几何关系可得 $h_0 = \frac{r_0}{\tan C} = 0.3 \div \frac{3}{4} = \frac{\sqrt{7}}{10}$ m.圆周形细灯带在水面上的透光形状可等效为“点光源在水面上所形成圆形光斑的水平移动”。

(1) 当 $0 < h < \frac{\sqrt{7}}{10}$ m时,见图14,根据几何关系可得 $r = h \tan C = \frac{3}{4}h$.分析知有光射出的水面形状为环形,如图15所示,其面积为 $S = \pi(r_0 + r)^2 - \pi(r_0 - r)^2 = 4\pi r_0 r$,即 $S = \frac{18\sqrt{7}}{35}\pi h$.

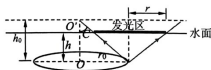


图14 评价试题2分析图

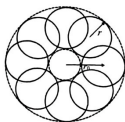


图15 评价试题2动态图

(2) 当 $h \geq \frac{\sqrt{7}}{10}$ m时,如图16所示,细灯带上每一小段在水面上的照亮区域有重叠,但整体看来有光射出的水面形状仍为圆形,其面积为 $S = \pi(r_0 + r)^2 = \pi\left(0.3 + \frac{3}{4}h\right)^2$.

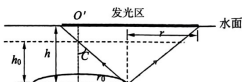


图16 评价试题2分析图

4 “对题复习”模式的效果评价

“对题复习”模式,课前诊断到位,学生起点分析充分;真题层层剖析,素养目标定位精准;课堂注重互动,深度思维充分激发;课尾深度整合,注重反思联系建构;课后辅以检测,(下转第96页)

关联的经典时空观,而对相对论时空观不适应,所以要解决相对论问题,根本上应该从时空观的角度思考,即用洛伦兹变换进行解决.带领学生分析题目中发生事件及时空坐标,得到第3种解法.方法3:题中存在两个事件,光源与O点重合,挡板挡光(光到达挡板边缘).光源与O重合为零时刻,两个事件在地面参照系和车厢参照系坐标分别 $(x_1, t_1)(x_1', t_1')(x_2, t_2)(x_2', t_2')$ 由题设可知

$$t_1' = t_1 = 0, x_1 = x_1' = 0, x_2' = \frac{Rl}{r}, x_2 = x_A.$$

在车厢系观测到挡光时间为

$$t_2' = t_2' - t_1' = \frac{x_A \sqrt{1 - \beta^2} - x_2'}{v} = \frac{x_A \sqrt{1 - \beta^2} - \frac{Rl}{vr}}{v}. \quad (23)$$

由洛伦兹变换得

$$t_2' = \frac{t_2 - \frac{x_A}{c^2} v}{\sqrt{1 - \beta^2}}. \quad (24)$$

由式(23)(24)得

$$t_2 = \frac{x_A}{v} - \frac{Rl}{vr} \sqrt{1 - \beta^2}. \quad (25)$$

4 总结语

没有质疑批判,就没有创新.在教学中要鼓励学生勇于质疑,善于提出疑问,即使是误解,也需要呵护,而不是打压,因为它是学生主动学习、深入思考的结果.从误解到正解,是人们认识事物规律的常态.学生在探寻正解过程中,往往会萌生新的观点和思路,举一反三,触类旁通,一题多解,殊途同归,从而构建完善知识体系,形成高阶思维,发展物理学科的核心素养.

参考文献:

- 1 韦叶平.核心素养视域下深度学习课堂的重构——以“超重和失重”为例[J].物理教师,2023(6):11-14.
- 2 赵波,赵柳,李春密.基于深度学习促进核心素养发展的物理作业设计[J].物理教师,2023(11):84-88,93.
- 3 全国中学生物理竞赛委员会办公室.全国中学生物理竞赛专辑[M].北京:北京教育出版社,2006.
- 4 王维国.相对论“前灯效应”探讨[J].物理教学,2011(7):57-60.
- 5 徐辉强,杨美娟,高嵩.中学生创新能力评价指标体系的构建与应用研究[J].物理教师,2023(9):25-28,33.

(收稿日期:2024-07-25)

(上接第87页)

- 11 Xiaoying W. The Direction of the Japanese Development of Preschool Education in the Future: Integration and Continuity[J]. Studies in Foreign Education, 2007, 34(2):48-51.
- 12 Astin A W. Student Involvement: A Developmental Theory for Higher Education Student Involvement: A Developmental Theory for Higher Education[J]. 2015, 40(5):518-529.
- 13 Fleisch B, Taylor N, Sapire I, et al. Evaluation of Back to Basics mathematics workbooks: a randomised

control trial of the Primary Mathematics Research Project[J]. South African Journal of Education, 2011, 31(4):488-504.

- 14 Osborne, Jonathan. Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change[J]. Journal of Science Teacher Education, 2014, 25(2):177-196.
- 15 吴先强.我国高中化学教科书的“学习参与”研究[D].上海:华东师范大学,2022.
- 16 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[S].北京:人民教育出版社,2018.

(收稿日期:2024-08-12)

(上接第92页)

过程评价贯穿始终.通过“诊断→剖析→探究→整合→评价”5个环节,真正实现了:复习内容的结构化设计,从良构问题转向真实问题;复习目标的进阶化设计,从知识方法转向核心素养;复习组织的互动化设计,从教师主导转向学为中心;复习重心的迭代化设计,从知识建构转向思维提升;复习评价的过程化设计,从结果评价转向多元评价.通过“以学定教”“以评促教”“以评督学”,真正实现“教—学—评”的一致性.实践表明,该复习模式课堂效益较高,值得进一步深化和推广.

参考文献:

- 1 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准[S].北京:人民教育出版社,2020:54.
- 2 教育部考试中心.中国高考评价体系[M].北京:人民教育出版社,2019:6-7.
- 3 崔允源.教—学—评一致性:深化课程教学改革之关键[J].中国基础教育,2024(1):18-22.
- 4 郑志潮.基于学生学习路径的物理教学[M].杭州:浙江科学技术出版社,2018:26-31.
- 5 梁旭.认知物理教学研究[M].杭州:浙江教育出版社,2011.

(收稿日期:2024-08-23)