

# 问题情境设计的基本原则

## ——兼谈作业设计与试卷命制的基本原则

梁旭 (浙江省教育厅教研室 浙江 310012)

**摘要** 问题情境设计是教学设计的重要内容,实际教学中,以自己讲授为主(以下简称“讲为中心”)与引导学生进行深度学习(以下简称“学为中心”)的教师对问题情境有不同的认识。“学为中心”教学对问题情境设计有更高的要求,认识问题情境设计的基本原则有利于教师设计合适的问题情境,为培养学生的核心素养提供支撑。

**关键词** 问题情境 设计 基本原则

**文章编号** 1002-0748(2022)9-0002

**中图分类号** G633·7

**文献标识码** B

当学生面临新的问题,感受到已有的知识、经验、方法和手段不够用时,他就会有一种渴望解决面临问题的需求,这就是问题情境的启学价值。

当“任务、问题情境和学生学习活动”成为教学设计关注的主要方面时,我们会发现,不同水平教师在问题情境的设计上存在很大的差异,好的问题情境能够激发并保持学生学习的动机和思维的活力,不合适的问题情境会影响教学目标的达成和学生学习动机、思维的激发。认识问题情境设计的基本原则有利于教师设计出符合教学目标、学生学习水平、学习路径的问题情境,为学生的学习活动开展提供强有力的支撑。

### 1 两种问题情境观

“讲为中心”的教师会关注问题情境的创设,例如“动量定理”教学时,教师会设计一瓶矿泉水从空中落下的情境,提出问题:矿泉水瓶与地面撞击时,瓶子对地面的作用力有多大?教师先让学生猜一下,然后通过自制的力传感器进行测量,结果大大出乎学生的意料,这时教师就会说:要知道这是为什么吗?听完这节课你就知道了。显然,“讲为中心”的教师创设问题情境的目的只是为了让学生感受到“我已有的知识不够了”,激发学生的学习动机。

“学为中心”的教师也会关注问题情境的设计,例如“动能定理”教学时,他会先让学生猜想动能的表达式是怎样的,提出问题:大家猜想的表达式并不相同,你有什么办法证明自己的表达式是正确的(激发动机)?你会选择哪条路径?设计怎样的情境进

行科学推理?当学生完成“光滑水平面上物体受到水平恒力作用”情境下的功与动能变化表达式推导时,教师会继续提出问题:这一表达式有不同于牛顿第二定律的价值吗?要证明这一表达式具有普遍意义,你还想到哪些情境?显然,“学为中心”教师设计问题情境的目的既是为了激发学生的学习动机,又是为了启动并保持学生高水平的思维活动。

“讲为中心”教师创设的问题情境在“学为中心”教师的眼中常有“火车出轨”的感觉。这个问题情境与学生已有的基础匹配吗?学生有能力思考和解决吗?这个问题情境是否针对这节课的主要教学目标?这个问题情境最适合用在哪节课?它们是“学为中心”教师经常思考的问题,体现了问题情境设计需要遵循一些基本原则。

### 2 符合教学目标


教学是有目的、有计划、有组织地引导学生学习,促进学生素质提高的活动,教学目标就是活动所期待得到的学生的学习结果。显然,符合教学目标是设计问题情境的基本原则。

在“功”教学时,依据《课标》和教材确定的教学目标、情境和问题如表1所示。

表1

素养类别	学习目标
物理观念	理解功的概念,知道功表达式 $W = Fl\cos\alpha$ 的适用范围。 知道正功、负功的物理意义。知道计算多个力总功的方法

续 表

素养类别	学习目标	
科学思维	能运用矢量合成分解的方法推导功的一般计算式 $W = Fl \cos \alpha$	
科学态度与责任	在经历理论推导的过程中,具有严谨认真的科学态度	
情境	问题	教学目标
 图 1	如图 1 所示,人在冰面上放风筝,如何求解力与位移有夹角情况下的功?	认识自己不足,激发学习动机
 图 2	如图 2 所示,某同学沿拖把柄方向施加大小为 $F$ 的力,使拖把运动,柄与地面夹角为 $\theta$ ,拖把水平位移为 $l$ ,则推力做的功是多大?	具有功的概念,知道功表达式 $W = Fl \cos \alpha$ 的适用范围。能运用矢量合成分解的方法推导功的一般计算式 $W = Fl \cos \alpha$
 图 3	如图 3 所示,一位老爷爷在一片平坦的草地遛狗,拉狗的绳子与地面夹角为 $\theta$ ,拉力始终为 $F$ ,狗向前运动了 $l$ ,此过程中拉力对狗做了多少功?	知道正功、负功的物理意义。知道计算多个力总功的方法

高中物理中,研究对象主要是质点,功的计算式  $W = Fl \cos \alpha$  中的力  $F$  是指质点受到的力, $l$  是力  $F$  作用点(或可视为质点的物体)的位移。在新课教学时,都应该依据  $W = Fl \cos \alpha$  来进行功的教学。表中图 1、图 2 和图 3 的 3 个情境(人在冰面上放风筝、拖地、遛狗),学生不难将人、拖把、狗抽象为质点,确定其受到的力和位移。

在“功”新授课教学时,有教师创设了如图 4、5 所示的情境,设计了如下的问题:



图 4



图 5

**例 1** 小明想粗略地测算自己在单杠上做引体向上运动时的功率。

(1) 需要的测量工具: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_;

(2) 某次测试记录的数据如下,请帮他在空格处补上相应的数据。(取  $g = 10 \text{ N/kg}$ )

表 2

臂长 $l/\text{m}$	质量 $m/\text{kg}$	拉上去的次数	时间 $t/\text{s}$	功率 $P/\text{W}$
0.6	50	5	12	_____

**例 2** 小明体重约为  $600 \text{ N}$ ,跳绳时脚离开地面高度约为  $0.09 \text{ m}$ , $1 \text{ min}$  大约跳 120 次,则跳绳时的功率  $P$  约为\_\_\_\_\_。



功的计算式  $W = Fl \cos \alpha$ ,无法解释如图 4、5 所示的问题情境,如果以人为研究对象,杆子对人的力、地面对人的力的位移均为零!如图 4、5 所示的问题情境,其本质是质点系问题和内力做功问题,这两个问题的讨论需要学生具有系统的能量观念和较高水平的建模素养,能够认识运动中有哪些能量在转化,哪些能量可以忽略,建立“人引体向上(跳绳)时消耗的能量约等于克服人重力所做的功”的观点来解决问题。

“讲为中心”教师在问题情境创设时较少感受到制约,问题情境合适不合适的判断依据是教师自己是否能够解释和解决问题及学生是否能够听懂(理解)教师的解释。例如对图 4、5 所示的问题情境,教师给学生讲解时会说:引体向上(跳绳)时人需要克服自身重力做功,人消耗的能量与克服重力做功的数值相等。学生以此观点为依据,所进行的并不是深度的思考,而是简单的计算。

### 3 符合学生实际

认知学习理论认为:学生开始学习时已有的知识和能力是引起学习的内部条件,教学活动必须建立在学生的认知发展水平和已有的知识经验基础之上。有教师在“气体的等温变化”新授课教学时,创设了以下问题情境(见表 3)。

表 3

情境	问题	教学目标
 图 6	如图 6 所示,教师用口罩做了个热气球。口罩热气球能上升包含着怎样的物理原理?	观察真实物理现象的同时,将其观察结果初步表述为待研究气体状态参量变化
 图 7	如图 7 所示,小朋友拿着水枪在玩,要使水枪打得更远,小朋友应怎样操作?	

续 表


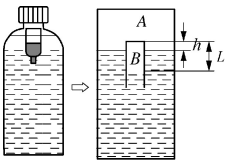
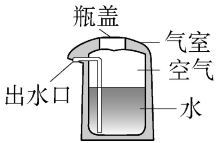
情境	问题	教学目标
 <p>图 8</p>	如图 8 所示,用矿泉水瓶和藿香正气水瓶做一个浮沉子。 打开矿泉水瓶瓶盖,小瓶子会下沉吗?成功的方法可能会和什么因素有关?	认识自己不足,激发学习动机
 <p>图 9</p>	如图 9 所示是浮沉子原理图。 开始实验前对小瓶子内气体体积有要求吗?(保证浮力等于重力)你能解释小瓶子下沉的奥秘吗? 运用等温变化规律解决问题时,一般的方法是什么?你能否提炼出问题解决的思路?	能将实际问题中的对象和过程转换成一定质量气体和等温变化模型(水平 4)。 能对综合性物理问题进行分析 and 推理,获得结论并作出解释(水平 4)
 <p>图 10</p>	如图 10 所示是一只气压式保温瓶。通过按下瓶盖,可将气室中的空气挤压入保温瓶,达到自动出水的目的。已知瓶子的体积为 $V_1$ ,瓶及气室的气体压强为 $p_0$ ,水的密度为 $\rho$ ,若瓶中只有半瓶水,出水口与水面间高度为 $h$ ,按压一次就能出水的话,瓶盖的气室体积需要满足什么条件?	能将较复杂的实际问题中的对象和过程转换成一定质量气体和等温变化模型(水平 5)。 能对综合性物理问题进行分析 and 推理,获得结论并作出解释(水平 4)

图 6 所示的问题情境由于受热气体的边界很难确定,甚至气体还在流动,这就给学生研究对象模型的建构带来困难,图 7 所示的问题情境由于水枪内部结构没有呈现,也给学生研究对象模型的建构带来困难。

图 6、7 的问题情境建议用图 11、12 所示的问题情境来替换,可以提出如下问题:(1)放飞的气球,会飞到我们看不见的地方,随着气球的上升,气球内的气体会发生什么变化?怎样描述这些变化?(2)水族馆“美人鱼”吹泡泡时,你看到什么现象?怎样描述变化过程?



图 11



图 12

图 9 所示的浮沉子问题分析时,涉及矿泉水瓶内的气体和小瓶子内的气体,所需要的知识包括重力、浮力、二力平衡、大气压强、液体压强、连通器原理及气体状态变化。与《课标》中“附录 1 物理学科核心素养的水平划分”内容进行比照,属于“能将实际问题中的对象和过程转换成一定质量气体和等温变化模型(水平 4)”和“能对综合性物理问题进行分析和推理,获得结论并作出解释(水平 4)”。

对图 10 所示气压式保温瓶问题进行分析时,涉及气室内气体和保温瓶内气体,所需要的知识包括大气压强、液体压强及气体状态变化,所需要的方法是将气室内气体和保温瓶内气体这一整体确定为研究对象,由于对瓶盖与气室的内部结构不清楚,给状态参量的确定带来困难。与《课标》中“附录 1 物理学科核心素养的水平划分”内容进行比照,属于“能将较复杂的实际问题中的对象和过程转换成一定质量气体和等温变化模型(水平 5)”和“能对综合性物理问题进行分析和推理,获得结论并作出解释(水平 4)”。

根据《课标》,学业质量水平 4 是进入高等院校相关专业学习应该达到的水平要求。显然,在新授课时就用水平 4 的问题情境进行教学并不符合绝大多数学生的实际。

#### 4 契合学习路径

要培养学生的核心素养,就应该让每一个学生发生持久的深度学习,这是我们高中物理教师的价值取向和实践追求。让每一个学生发生持久的深度学习最关键之处是教师能否按照学习路径来设计问题情境。

如图 13 所示,观察水中硬币是“光的折射”教学时经常设计的问题情境。以往的教师常常把问题情境作为教师讲课的“引子”,具体内容还是靠教师进行分析讲解,作出如图 13(b)所示的光路图,学生也是能够接受。如果问题情境是引发学生深度学习的设计并不合理。面对图中现象,学生会想“像是某一点

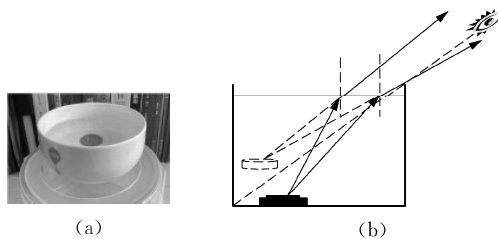


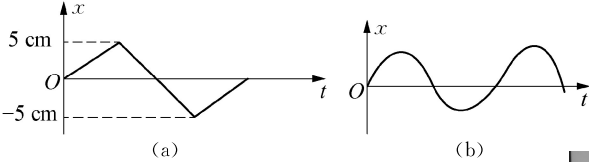


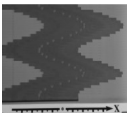
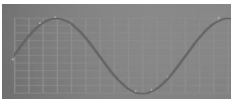


图 13

发出的光线改变方向后,其反向延长线的交点——我怎么画出硬币成像的光路图——硬币是有大小的,我该怎么处理”,显然将硬币换成一个小球会更合适。下面再以“弹簧振子的运动图象”为例进行讨论。

表 4

情境	问题	教学目标
 <p>图 14</p>	<p>(1) 对如图 14 所示弹簧振子,先从运动、受力、能量中的哪一个角度研究?</p> <p>(2) 描述运动的有位移、速度、加速度等物理量,应该先研究哪个? 为什么?</p> <p>(3) 分别取 O(平衡位置)、A(最大位移)为坐标原点,位移各为多少? 你们认为哪个方法描述振子的位移更好? 为什么?</p> <p>(4) 仔细观察弹簧振子的运动,你觉得它的 <math>x-t</math> 图象应该是什么样子的?</p>	<p>会用先简单后复杂的物理学研究方法进行思考(科学思维);</p> <p>知道振动位移的定义(物理观念);</p> <p>观察弹簧振子的运动,猜想振子运动的 <math>x-t</math> 图象(科学探究)</p>
 <p>图 15</p>	 <p>图 16</p> <p>(1) 上面是 2 位同学画的图象,对其正确性你如何评论?</p> <p>(2) 如图 15 所示的频闪仪可在光影画布上留下点迹,如何让点迹不重叠? 如何用这个仪器进行验证?(点迹图如图 17 所示)</p>	<p>能够用匀速直线运动图象和弹簧振子运动特点论证左图错误。</p> <p>小组讨论,设计得到 <math>x-t</math> 图象的方案(科学探究);</p> <p>依据实验方案进行实验,对实验进行讨论交流(科学探究、科学态度与责任)</p>
 <p>图 18</p>	 <p>图 19</p> <p>如图 18 所示,一位同学的一只手按住竖尺,另一只手握住激光笔贴着竖尺运动,在节拍器的引导下模拟弹簧振子运动;另一位同学拉动画布,得到如图 19 所示图象</p>	
 <p>图 20</p>	<p>如图 20 所示,是弹簧振子的连拍照片按时间先后纵向均匀排列所形成的图。如何用这个图进行验证?</p>	
 <p>图 21</p>	<p>前面用光影画布和连拍照片均得到了 <math>x-t</math> 图象。</p> <p>(1) 从图象上看, <math>x-t</math> 的函数关系如何?</p> <p>(2) 如何证明 <math>x-t</math> 图象是正弦函数?</p> <p>(3) 如图 21 所示,标准正弦函数和光影画布的 <math>x-t</math> 图象有没有完全重合? 怎么解释?</p>	<p>观察图象,进行猜想(科学探究);</p> <p>提出证明函数关系的论证方法(科学思维);</p> <p>会对实验进行误差分析(科学探究)</p>

在前面“弹簧振子的运动图象”问题情境设计中,开始阶段的问题设计比较符合学生的学习路径——“先确定研究视角——再确定研究物理量——位移研究中原点的选择——观察运动特点——画出  $x-t$  图象——对所画图象的合理性进行讨论”。接下来比较合理的学习路径——“根据弹簧振子运动特点否定用折线画出的  $x-t$  图象——设计实验方案,验证同学所画的另一条  $x-t$  图象是否正确——在定性确定的基础上研究定量关系(什么函数)——猜想是正(余)弦函数——通过数据计算或图形比对进行验证”。

我们看到前面的问题情境设计部分(见图 18、20)“误入歧途”,当学生看到光影画布上的点迹图已经能够说明同学所画的另一条  $x-t$  图象是合理的,并希

望进入定量研究的时候,教师还在让学生通过自主实验及观察连拍照片叠加处理图重复“定性观察”。显然,这样的问题设计偏离了学生的学习路径。作者曾经问上课教师:你的行为像一个仪器展示者,为什么要让学生再做(观察)另外两个实验? 教师回答:另外两个实验方案也很好,不舍得放弃。显然,教师为了展示自己的实验设计亮点,偏离了学生的学习路径,也反映出教师“学为中心”“学生为本”观念还不够坚定。

## 5 考虑学生差异

对于班级授课制来说,学生之间必定存在着差异,在问题情境设计时需要考虑学生差异。考虑学生差异需要对问题情境中的问题链设计找到每个学生都能够接受的起点问题;考虑学生差异需要对问

题情境中的问题链设计避免跳跃性,按照学生的思维发展有序设计,使绝大多数学生都能够感到与自己的思维匹配;考虑学生差异需要对问题情境中的问题链设计避免大跨度,使绝大多数学生都有能力完成。考虑学生差异还需要对有难度的问题情境安排合适的学习活动,越是需要深度思维的问题情境,学生间的思维差异就越大,设计合适的学习活动,在学生“想一想”“做一做”的基础上,让学生的思维“展一展”,使得不同的思维路径能够呈现,给缺乏思维路径的同学提供借鉴,在此基础上,再让师生“评一评”,进行方法与策略上的指导。这样既让基础比较弱的同学得到了帮助,在统一了思维路径和思维结果之后,就可以面对新的问题。

## 6 整体有序规划

问题情境是一种资源,如何合理使用,使资源发挥最大价值需要整体有序规划。例如,有教师在“重力势能”教学时将如图 22(a)所示高空坠物作为问题情境,这就是缺乏整体有序规划的表现。高空坠物虽然也跟重力势能有关,但它的更大价值是用在动量定理教学时。与重力势能特性(静态、潜在能量)比较吻合的问题情境可以是课本中的图 22(b)或者图 22(c)所示的金字塔。

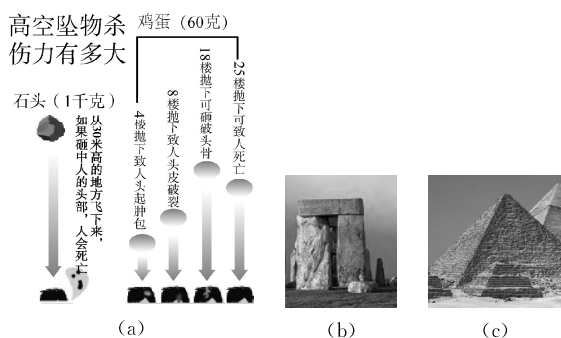


图 22

对于新授课教学,通过教学设计,包括教材分析、学生分析、重难点分析、学习路径规划、教学目标

研制、教学过程(情境、问题、学生学习活动)设计等,使得教学目标和重难点越来越清晰、考虑的因素越来越完整、思维的流程越来越有序,正是有了教学设计,保证了整体教学水平比几十年前有了明显提升。但我们也应认识到,教学设计是针对“知识点”的,是比较具体的,缺乏整体、长远考虑。目前高中教学通常分为以下几个阶段,如新授课阶段,单元复习阶段,第一轮综合复习阶段,第二轮综合复习(或专题复习)阶段。不同阶段问题情境设计有什么要求?它们的区分和联系是什么?

与学生的学习过程相生相伴的是素养结构的生长和巩固,不同阶段的问题情境设计应该与不同阶段的教学目标相匹配,与问题情境关联的思维方式方法应与学生素养结构对应的素养水平相切合。由于问题情境设计主要涉及物理观念与科学思维,考虑学生和内容的差异,问题情境的难度(水平)与不同教学阶段间应该遵循如表 5 所示的对应关系。

表 5


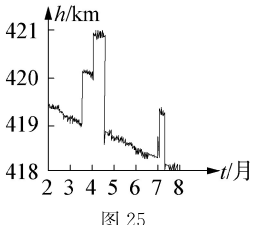
新授课问题情境的主要特征	具有物理事实,能说出简单模型(水平 1)	具有物理知识,应用常见模型,解决简单问题(水平 2)
单元复习问题情境的主要特征	具有物理知识,应用常见模型,解决简单问题(水平 2)	具有物理观念,选用合适模型,解决常见问题,表达自己观点,能够提出质疑(水平 3)
一轮复习问题情境的主要特征	具有物理观念,选用合适模型,解决常见问题,表达自己观点,能够提出质疑(水平 3)	具有清晰观念,建立实际模型,解决综合问题,论证物理结论,提出有据质疑(水平 4)
二轮复习问题情境的主要特征	具有清晰观念,建立实际模型,解决综合问题,论证物理结论,提出有据质疑(水平 4)	具有清晰系统观念,建立较复杂实际模型,解决新情境综合问题,严谨论证物理结论,提出有据质疑,多角度解决问题(水平 5)

下面结合“动能定理及功能关系”这一主题和具体问题情境,进行整体有序规划(见表 6)。

表 6

动能定理及功能关系		
<p>如图 23 所示,一小滑块经水平轨道 AB 进入竖直面内的四分之一圆弧形轨道 BC。已知滑块的质量 <math>m = 0.50 \text{ kg}</math>。滑块经过 A 点时的速度 <math>v_A = 5.0 \text{ m/s}</math>, AB 长 <math>x = 4.5 \text{ m}</math>,滑块与水平轨道间的动摩擦因数 <math>\mu = 0.10</math>,圆弧形轨道的半径 <math>R = 0.50 \text{ m}</math>,<math>g</math> 取 <math>10 \text{ m/s}^2</math>。若滑块离开 C 点后竖直上升的最大高度 <math>h = 0.10 \text{ m}</math>,滑块在从 B 运动到 C 的过程中克服摩擦力所做的功为多少?</p>	<p style="text-align: center;">图 23</p>	<p>研究对象是质点,具体可以是平面上物体受拉(推)力、摩擦力作用运动,斜面上物体受拉(推)力、重力、摩擦力作用运动,电场、磁场中物体受拉(推)力、重力、电场力(安培力)、摩擦力作用运动</p> <p>适合作为新授课问题情境。求解需要有物理知识,会应用常见模型,能解决简单问题(水平 2)</p>

续 表

动能定理及功能关系		
汽车以恒定功率 $P$ 启动, 受恒定阻力 $F_f$ , 位移为 $x$ 时达到最大速度, 牵引力做了多少功?	研究对象是非质点模型, 将发动机的内力做功通过等效处理为牵引力, 转化为质点模型	适合作为单元复习问题情境。求解需要有物理观念, 会选用合适模型, 能用等效方法解决常见问题(水平 3)
如图 24 所示, 系留无人机是利用地面直流电源通过电缆供电的无人机, 旋翼由电动机带动。现有质量为 $20\text{ kg}$ 、额定功率为 $5\text{ kW}$ 的系留无人机从地面起飞沿竖直方向上升, 经过 $200\text{ s}$ 到达 $100\text{ m}$ 高处后悬停并进行工作。已知直流电源供电电压为 $400\text{ V}$ , 若不计电缆的质量和电阻, 忽略电缆对无人机的拉力, 则 ( ) (A) 空气对无人机的作用力始终大于或等于 $200\text{ N}$ (B) 直流电源对无人机供电的额定电流为 $12.5\text{ A}$ (C) 无人机上升过程中消耗的平均功率为 $100\text{ W}$ (D) 无人机上升及悬停时均有部分功率用于对空气做功	 图 24	适合作为一轮复习问题情境。求解需要具有清晰的运动和能量观念, 会对实际问题建立模型, 能解决综合问题, 论证物理结论, 提出有据质疑(水平 4)
空间站在地球外层的稀薄大气中运行, 因气体阻力的影响, 轨道高度会发生变化。空间站安装有发动机, 可对轨道进行修正。图 25 中给出了国际空间站在 $2020.02\text{—}2020.08$ 期间离地高度随时间变化的曲线, 则空间站 ( ) (A) 绕地运行速度约为 $2.0\text{ km/s}$ (B) 绕地运行速度约为 $8.0\text{ km/s}$ (C) 在 4 月份绕行的任意两小时内机械能可视 为守恒 (D) 在 5 月份绕行的任意两小时内机械能可视 为守恒	 图 25	学生面临诸多新问题。研究对象是不常见的空间站, 稀薄大气该如何处理具有新颖性, 长时间的机械能不守恒与短时间的机械能视为守恒需要辩证思维

## 7 结束语

从“学为中心”的视角, 问题情境、课后练习和考试试题都具有相同本质特征——学生自主解决问题。本文所述的基本原则中除了针对素养习得阶段的“契合学习路径”外的其他 4 个也可用于课后练习和考试试题的设计。需要说明的是在素养应用与巩固阶段, 还需要增加“学练评一致性”原则, 这一原则有利于在“学习、练习和评价”之间建立一个目标导

(上接第 41 页)

### (4) 教学评析

新课标倡导“从生活走向物理, 从物理走向社会”的理念。运用物理知识解决实际问题的过程正是深度理解知识的过程。在传统的物理教学中, 教师一般只是结合地磁场的图片简单地解释地球附近的指南针总是指南北的原因。由于学生的想象力不强, 不能很好地理解地磁场, 本节课, 利用自制的“地磁场”演示仪, 让“地磁场”可视化, 生动形象地显示了地磁场的分布, 引导学生深度认识“地磁南极在地理的北极附近, 地磁的北极在地理的南极附近”。接着, 介绍我国古代科学家沈括发现磁偏角的科学史

向的正向激励机制, 既减轻学生的负担, 又让学生感受到学习的成功。

### 参考文献

- [1] 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. 6.
- [2] 人民教育出版社, 等. 普通高中教科书物理[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019. 6.
- [3] 梁旭, 林辉庆. 谈教学设计的路径选择[J]. 物理教学, 2022(1): 40.

料, 养成实事求是的科学态度, 渗透立德树人的思想教育。最后, 利用自制的实验电路, 演示磁控灯泡的工作过程, 揭秘魔术, 首尾呼应, 让学生豁然开朗, 让深度学习“深”入学生的精神, “深”在学生的心灵。

### 参考文献

- [1] 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. 1: 3—5.
- [2] 郭华. 深度学习及其意义[J]. 课程. 教材. 教法, 2016, 36(11): 25—32.
- [3] 白孝忠. 指向深度学习的初中物理探究式教学——以“电磁感应发电机”教学为例[J]. 物理教学, 2021, 43(01): 55—58.