·初中园地·

聚焦思维发展的初中物理探究活动的拓展与优化

杨勇诚
(苏州市吴江区实验初级中学,江苏 苏州 215200)

摘 要:物理学习就是教师指导学生探究自然奥秘的过程,指向思维品质提升的探究活动是发展物理核心素养的有效载体.教师可通过设计思维“跳板”,在内容断点处巧妙衔接;拓展思维深度,在规律探究中建构概念;搭建思维桥梁,在启智诱思中发现规律;催化思维发散,在学科融合中实现跨界学习等策略,在教材内容的断点处、概念形成的盲点处、探究活动的要点处和学科融合的节点处丰富学习内容、拓展活动空间、优化探究过程,更好地强化物理学科的育人功能.

关键词:科学探究;科学思维;初中物理;教学设计

《义务教育物理课程标准(2022 年版)》(以下简称:“新版课标”)颁布以来,初中物理教师思考最多的问题就是如何帮助学生形成物理观念、发展科学思维和科学探究能力、培育科学态度和责任感.尽管我们都明白指向科学思维发展的探究活动是达成课程理念的必由之路,但是如何在探究活动中提升学生的思维品质?教科书上没有现成文案,教学指导书上也没有实操案例.对于许多一线物理教师而言,“穿新鞋走老路”还是常态.在实际教学中,突破教材中现有探究活动的局限,在教学内容的断点处、概念形成的盲点处、探究活动的要点处和学科融合的节点处,通过拓展探究样式,丰富学习内容,促进教学方式的改变,让物理学习真正成为学生在教师带领下探索世界的过程,才能使课程理念落地走心.

1 设计思维“跳板”,在内容断点处巧妙衔接

研读教材,我们常常会发现教学内容之间时常会出现“跳跃式”的过渡,上下内容之间缺少承上启下的环节,这时学习就会出现“断点”.比如,现行很多版本的教材在探究了通电直导线的磁场后,就直接引入了“通电螺线管的磁场”,缺少了思维过渡,导致学生不能经历从单根直导线到通电螺线管的模型建构过程,只是机械地依靠大量的习题训练来“理解”知识内容.其实,材料中这些有意或无意的“留白”,正是物理教师生长教学内容,启思探究的好机会.

(1) 实验发现问题.为了帮助学生观察直导线周围的磁场分布,常用铁屑撒在与直导线垂直的平面上,让磁化了的铁屑取代小磁针,发现通电直导线周围的小磁针排列成一组以直导线为圆心的同心圆,如图 1 所示.引导学生观察由铁屑组成的同心圆的分布特征,学生会发现:离导线近的,铁屑分布密,离导线远处铁屑分布疏.学生凭借生活经验,得出通电直导线近处磁场强,远处磁场弱.一个真实问题自然形成,即“通电直导线的磁场强弱还跟什么因素有关呢?”,学生反刍经验,马上就会想到可能跟电流的强弱有关.

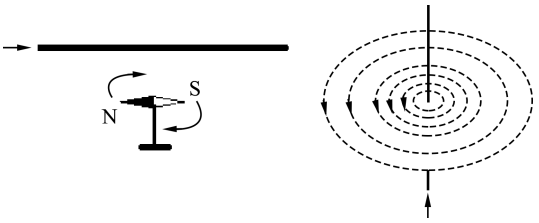

图 1 奥斯特实验

(2) 追问激活思维.重做奥斯特实验,对比在强、弱两股电流通过直导线时,周边小磁针响应情况.学生观察到在强电流通过时小磁针响应速度明显比弱电流通过时快.这就间接证明了磁场强弱确实跟电流大小有关.电流产生的磁场强弱可以通过电流的大小来控制,但直线电流产生的磁场很弱,要广泛运用于社会生活实践中,关键问题是“如何获得强磁场?”组织学生讨论,形成可行性方案.

(3) 探究破解问题.一是学生根据经验首先提出的解决方案:可以通过增大电压或减小电阻获得大电流,但是“无限增大”电压带来问题是电源短路,“无限减小”电阻,现在还找不到常温下的超导材料.二是能不能通过多根通电导线“合作”来增强磁场呢?

学生首先想到导线首尾相连,构成“之”字连接,如图 2(B)所示,但是电流通过连接线产生的磁

中国知网 https://www.cnki.net

场方向与直导线中电流产生的磁场方向是相反的,可能会干扰我们的探究,怎么办呢?

解决方案就是将连接导线“挑高”,离直导线尽可能远一些,如图 2(C)所示.把直导线与矩形线圈串联起来,分别在它们下方放置相同的小磁针,通电后观察到线圈附近的小磁针响应速度比直导线附近的小磁针要快,证明了用多根通电导线“合作发力”可以提高磁场强度.至此,通电线圈模型的粗胚已经形成.

由矩形线圈联想到圆形线圈,再组织学生进一步探究,将矩形线圈与圆形圈串联起来,重复上述实验,发现将直导线弯曲成圆形线圈来增强磁场强度与多根直导线平行的效果是一样的.这时引入“通电螺线管的磁场”才水到渠成.

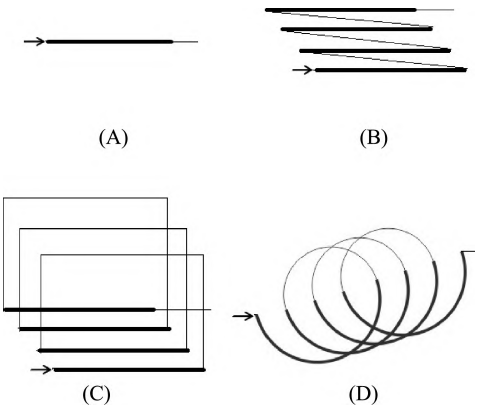

图 2 通电螺线管建模

这个教学实践是教师基于物理知识之间的联系“无中生有”的创造.这不仅是教学流程启承转合的“补白”,也是一个物理建模的过程,为学生的思维发展铺路搭桥,对学生思维品质、探究能力的提升和物理观念的形成起到至关重要的作用.当下物理课堂习惯于通过教学方式的改变来实现物理课程理念的落地,但是,内容决定形式,我们的教学内容不能定位于对一成不变的知识点的讲解,要突出课堂教学的生长性,物理模型的架构、数理方法的运用、实验思辨的结合等等都应该成为学生物理学习的内容.教师把心目中、脑海里的这些东西适时、适度地以全新的方式呈现给学生,改造学生的学习.只有丰富了教学内容,教学方式才会呈现出多样性,才能把学习引向深层,教学改革才有生命力.

2 拓展思维深度,在规律探究中建构概念

现行教材的编排让物理教师普遍认为,只有先建立物理概念才能进行规律探究.这种片面的认识导致教师在没有充分铺垫的前提下,直接给出物理概念,试图通过对文字的解释来帮助学生形成物理概念,再用刷题的方式帮助学生巩固概念.比如“杠杆”的教材编排就是先学习力臂概念,再探究杠杆平衡原理,导致力臂概念的“构建”就是教师通过咬文嚼字的解释来实现,没有思维力度.其实,物理概念的形成应该寓于物理规律探究之中.

(1) 认识生活原型.从日常生活中的实例引入杠杆,让学生认识一根可以绕固定点(支点)转动的硬棒称之为“杠杆”.杠杆在力的作用下保持静止,我们称为杠杆平衡.提出问题:杠杆平衡跟哪些因素有关?这些因素需要满足什么条件杠杆才能平衡呢?由生活原型提出真实问题.

(2) 初探杠杆平衡.实验装置的设计(根据苏州市相城区实验中学杨海兰教师设计制作教具改进):在杠杆背后面制作一个背景,背景上画一组等距的同心圆,圆心处穿一根铁钉作为杠杆支点,将轻质杠杆架在支点上,保持水平位置平衡,如图 3(A)所示.在图 3 所示的杠杆左侧 1 位置挂两个钩码,杠杆逆时针转动,为了让杠杆恢复到水平位置平衡,右侧 2 位置挂几个钩码?如图 3(B)所示.学生凭经验,发现在 2 位置也应该挂两个钩码,如图 3(C)所示.学生有了对“杠杆平衡与力有关”的初步认识.

(3) 形成概念粗胚.杠杆平衡除了跟杠杆支点两侧的受力有关外,还跟什么因素有关?学生想到跟钩码悬挂点的位置有关.将右侧的钩码向右移到位置 3,发现杠杆顺时针转动,如图 3(D)所示.但是,通过用定滑轮同时改变杠杆支点右侧受力方向,只要力的作用线或其延长线与大圆相切,杠杆还是能保持水平位置平衡,如图 3(E)和(F)所示.学生通过对图 3(C)(E)和(F)所示 3 个实验结果比较,发现尽管右侧钩码的悬挂点位置发生变化,但是只要支点到力的作用线的距离不变(即等于大圆的半径),杠杆还是能保持平衡的.初步形成“杠杆平衡还与支点到力的作用线的距离有关”的认识.力臂概念的粗胚有了模样.

(4) 揭示平衡原理.将杠杆右侧的钩码向左移到位置 4 或 5,发现杠杆逆时针转动,如图 3(G)所示.让杠杆再次恢复到水平位置平衡,显然用定滑轮调节受力方向是不可能让力的作用线与大圆相切,那怎么办呢?通过学生尝试,发现在右侧增加钩码,能恢复杠杆在水平位置平衡,如图 3(H)(I)所示,一方面加深对“杠杆平衡与力有关”的认识,另一方面杠杆平衡原理也“浮出了水面”.

中国知网 https://www.cnki.net

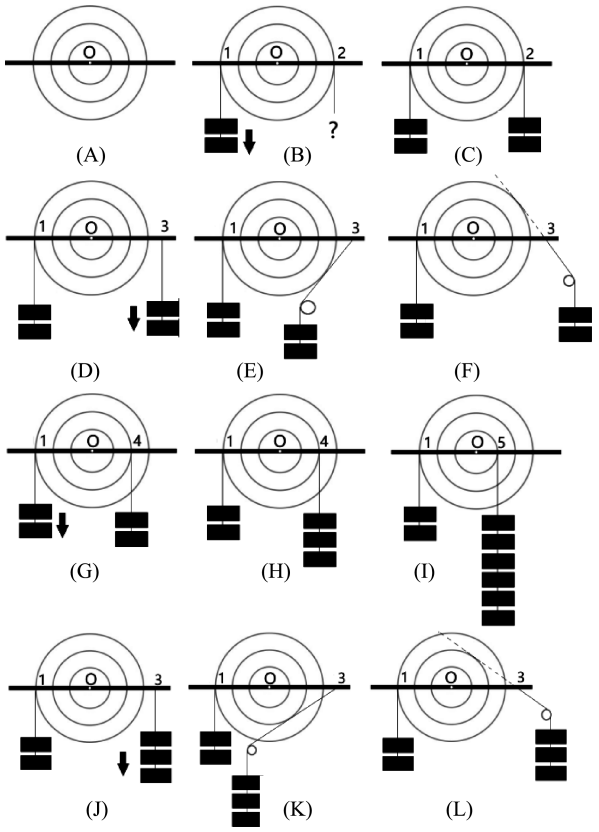

图 3

(5) 构建力臂概念.将杠杆右侧的 3 个钩码向右移到位置 3,如图 3(J)所示,让杠杆在水平位置平衡? 一是减少钩码;二是用定滑轮调节受力方向,让力的作用线或其延长线与中圆相切,如图 3(K)和(L)所示.此时提出力臂概念、总结杠杆平衡条件时机成熟,恰到好处.

物理概念形成与物理规律探究"一体化"教学既符合物理学自身发展的规律,也符合学生认知规律.揭开物理现象的奥秘实质就是对物理规律的探究.通过探究才能在充分理解物理知识的基础上形成物理概念.这种教学设计,让学生深刻理解物理概念形成的来龙去脉,避免了直接"空降"概念的浅层学习.通过对知识点的重组,设计一套有利于孩子思维发展的教学流程,帮助学生打破思维定式,产生思维冲突,才能促进深度学习.然而,知识点的重组绝对不是简单的前移后挪,而是在教学内容生长基础上"倒逼"教学方式的改变.这种抽丝剥茧的探究过程和思维方式正是生成性课堂所需要的样态.

3 搭建思维桥梁,在启智诱思中发现规律

实验与思辨是物理研究、学习不可分割的基本方法.只关注教学情境创设而忽视启智诱思,都不是真正意义上科学探究.在现实教学中,热闹互动的课堂比比皆是,沉静思考的时刻寥寥无几.比如,从探究活动获得实验事实(观察到的现象、测得的数据)到揭示科学真相(物理概念、物理规律)的"最后一公里"就是思辨.思辨是实验事实与科学真相之间的桥梁,在教学中要搭建起这座桥梁,顺利完成从事实到科学真相的进阶.然而,在现实的教学中常常把事实当作真相,课堂中的探究常常直奔实验结果,一步到位地呈现给学生物理概念和规律,失去了训练学生思维的好机会.

"凸透镜成像规律"的探究活动中,常常看到 3 种"简化"了的教学过程:一是教师在实验开始前就在黑板上出示 2 倍焦距的点(以下简称 $2F$),这就给了学生实验暗示;二是教师在实验中故意让学生将物体放在 $2F$ 点,找出所成像的位置,观察像的特征,把放大像与缩小像的分界点变成一次"偶然"发现,简化教学流程;三是更有甚者,教师直接要求学生"物体放在 $2F$ 点外侧、放在焦点 F 与 $2F$ 之间和放在焦点 F 以内,观察像分别成在哪个区域? 像有什么特征? ……",结果探究活动变成一次体验活动,大大降低了学生的思维力度.如何帮助学生走好实验事实到科学真相这一步呢? 还是以"凸透镜成像规律"的探究活动为例(本案例源于江苏省教育科学研究院朱文军教师的课例启发).

(1) 数据采集,描述现象.学生在光具座上将物体从远处慢慢地靠近凸透镜,随机选择几个点,找出物体在各点对应的像的位置,测出物距、像距和像高,记录在数据表上(如表 1 所示),同时画出物体和其像的位置,如图 4 所示.这些就是实验事实.

表 1 探究凸透镜成像规律实验数据表

序号	物距 /cm	像距 /cm	像高 /cm	序号	物距 /cm	像距 /cm	像高 /cm
1	37.0	13.7	1.9	6	15.0	30.0	10.0
2	32.0	14.5	2.3	7	13.0	43.3	16.7
3	27.0	15.9	2.9	8	10.0	?	?
4	22.0	18.3	4.2	9	8.0	?	?
5	18.0	22.5	6.3	10	5.0	?	?

注:凸透镜焦距 10.0 cm,物体高度 5.0 cm.

中国知网 https://www.cnki.net

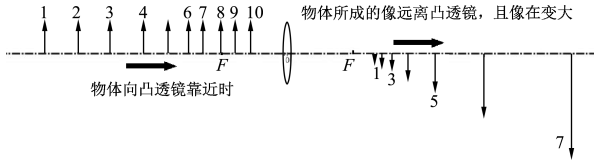

图 4　探究凸透镜成像规律实验现象描述图

(2) 梳理数据，发现问题.在这个节点上教师要做的是指导学生分析数据、发现问题、诱发思维、促进深度学习.学生发现物距变小时，像距在变大，像也在变大.其中，在 4、5 点位之间肯定存在一点，物体置于这个点上，所成的像既不放大，也不缩小，这个点在哪里？还发现物体在 8、9、10 点位上，光屏上找不到物体成的像，物体成不成像？如果能成像，像在哪里？像有哪些特征？

(3) 深化探究，寻找规律.光源用纸片遮挡，中间剪一个正方形的孔，形成一个正方形的“物体”.把剪下来的正方形纸片粘在另一侧的光屏中央，当物体通过凸透镜所成的像与光屏上的小纸片重合时，物体与光屏所在的点就是我们要找的位置，物距与像距都等于 2 倍的焦距.

(4) 分析推理，实验验证.利用学生的学习经验开展思辨活动，当点光源(如果是物体，要说明是物体底端)在第 8 点位上，即光线从焦点发出，经凸透镜折射形成平行光线，所以在光线前进的方向上和其方向延长线上都没有会聚光线的点位，所以得到的结论是不成像.点光源在焦点以内，即物距小于焦距，凸透镜能不能成像呢？同样应该先是基于学习经验的思辨：在焦点以内物体发出的光线经凸透镜折射，在光线前进的方向上都没有会聚光线的点位，但不平行，那么在其反向延长线上必定有交会点.这时，才有学生拿去光屏，透过凸透镜往物体所在一侧观察，发现成正立、放大的虚像.思辨的基础来源于平面镜成像的学习经验.

在上述探究活动中，不管是 $2F$ 点的存在、还是置于焦点上的物体不成像和置于焦点内的物体成虚像，都不应该是教师告诉学生的，而是对实验数据、实验现象的分析思辨得出的.这是物理学习不可缺少的“拨云见日”的环节.这是帮助学生锻炼思维能力，走好探究活动的“最后一公里”的必要途径，对学生科学素养的提升至关重要.这样的学习才能在深刻理解知识的同时激发学生的探究欲望、提升思维品质、培育科学态度和责任，最终形成正确、丰满的物理观念.

4　催化思维发散，在学科融合中实现跨界

跨学科学习能够帮助学生触类旁通地理解不同学科相关知识之间的关联，融会贯通地综合运用知识解决实际问题.这对学生思维品质的提升有着积极意义，同时也有助于物理观念的形成.目前，以主题引领、项目驱动的跨学科学习得到各科教师的高度关注.对于课堂教学而言，基于教学内容与其他学科知识相关性的“跨界学习”应该是教学常态.但是，我们常常把这类具有课程生成性的教学视为“插科打诨”，或者被质疑“超纲超标”.其实，一切对学生当下的学习有帮助、对日后的学习有意义的跨界学习，都应该成为课堂教学的有机组成或必要延伸.

学习“电压和电压表的使用”时，为了提升学生学习的兴趣，都会让学生利用身边的材料制作水果电池.教师、学生的注意力往往集中在水果的选择上，各式各样水果让活动趣味无穷.假如教学只停留在这个层次上，水果电池的制作就是“玩玩而已”，无法激发学生的深度学习.不妨提出一些问题，启发学生的思维(如图 5 所示).第 1 组问题：假如插入水果的两片金属板都是锌，或都是铜，电路中有没有电流产生？这两片金属板必须满足什么条件才能成为电池的两极？第 2 组问题：锌板和铜板分别插入干水果中，电路中是否有电流产生？锌板和铜板插入水中，电路中有没有电流产生？水果中的什么成分是水果电池的要件？

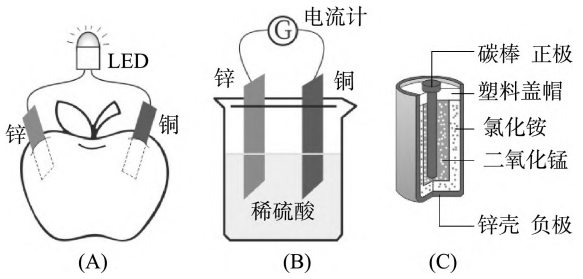

图 5

有了问题，看似简单的体验性小制作就变成了一个个深刻的科学探究小课题.因为是涉及跨学科的学习，所以在教材上找不到任何提示，那么就需要学生在真实情境中开动脑筋去解决实际问题.这个源于课堂教学的延伸学习，其育人作用不可估量：一是激发学生探究科学真相的欲望，促进了深度学习，提升思维品质和探究能力有了手段；二是探究过程就是“原电池”模型初胚的形成过程，

中国知网 https://www.cnki.net

比如做电池两极的材料其金属活泼性必须有差异,活泼的金属板做负极,不活泼的金属板做正极,其次溶液(电解液)是酸性物质,这为日后高中化学的学习积累经验,这才是真正的“先学”;三是还可以延伸到干电池结构和原理的了解,让物理学习走进学生的生活(图5).当然,学生还可以继续研究,比如用同一个水果,插入其他金属板,比如铁、铝等,电路中的电流强弱有没有变化?金属板的面积不同,或者两者的距离不同,电路中电流的强弱有什么不同?……小小的水果电池可以引发一连串开放性的探究活动,我们达成课程理念也正是需要这些活动.

跨学科学习是激发学生发散性思维,走向自觉探究、主动学习的有效途径,为避免“烟花式”无序低效的短期“假繁荣”探究,教师需要通过主题引领、项目驱动这种方式,让创新探究真正实现“有心栽花花盛开”的有效学习,旨在拓宽学生的视野,提高学生综合运用知识解决真实问题的能力.同时,教师也要做好基于课堂教学内容见机而作的那种“无心插柳柳成荫”的跨学科学习,潜移默化地促进学生勤思考、爱探究的好习惯的形成,让物理课堂更具有生命力.

物理教材就像物理课程的“压缩包”,解压的“密码”就是课程标准,解压的“软件”就是物理教师的学科素养和育人价值观.不同于计算机解压文件,对于不同素养或不同价值取向的教师,解压课程“压缩包”的视角、方法和结果不尽相同,在各自头脑中形成的课程样态是千差万别的.但是,落实新课程理念,指向学生思维发展的追求是一致的.因此,每一位物理教师应该研读课标,理解课程理念,拓展科学探究空间,丰富课程学习内容,让物理教学持续焕发蓬勃的生机与活力.

参考文献:

1 潘国盛.基于科学思维能力提升的问题情境设计策略[J].物理教师,2022(12):17-19,23.
2 张月兰.基于“互联网+”思维的初中物理情境教学设计[J].物理教师,2022(3):43-45.
3 杨勇诚.刍议初中物理教学中的情境创设[J].物理教师,2022(1):39-42.
4 李海畅,杨勇诚.概念学习与规律探究整合教学设计——以初中物理“机械功”和“功的原理”教学为例[J].中学教学参考,2022(20):29-32.
5 杨勇诚.初中物理教学中提高科学探究实效性的五项建议[J].中学物理教学参考,2020(9):1-4.
6 张飞.问题驱动:通往物理深度学习的动力引擎[J].福建基础教育研究,2023(10):100-105,131.

(收稿日期:2024-03-31)

(上接第34页)

器的功率为30 W,如果充电器连续工作了2 h,那么充电器消耗的电能是多少kW·h?(针对大概念1和迷思概念4)

物理+音乐:乐团在奏乐时,使用两种乐器奏相同的音符,钢琴10 s内演奏20次,小提琴30 s内演奏55次,哪种乐器演奏得更快?(针对大概念2)

物理+工程:在设计一款用于月球表面探测的电动钻探机时,工程师需要考虑月球上的极端环境对设备性能的影响.已知一款探测电动机额定功率为10 kW,受温度影响实际电功率为8 kW,求该探测电动机每分钟消耗的电能?(针对大概念3和迷思概念2).

5 总结

本研究应用于教学实践需要教师做好充分的学情分析和课前准备,准确挖掘学生的迷思概念,科学分析和提炼出大概念,使跨学科实践从头至尾围绕着核心的概念转变目标而运行,而不是简单地将课堂交给学生盲目地开展动手操作.

参考文献:

1 汤清修.把握物理课程改革新方向——解读《义务教育物理课程标准(2022年版)》的主要变化[J].全球教育展望,2022,51(6):75-84.
2 陈坤,唐小为.国外迷思概念研究进展的探析及启示[J].教育学术月刊,2019(6):17-24.
3 汪树林.迷思概念、相异构想与儿童数学教学[J].中小学教师培训,2014(1):47-49.
4 许桂清.学生迷思概念与科学概念比对图模型的建构与应用[J].课程·教材·教法,2016,36(6):97-102.
5 程龙.重申跨学科学习的学科立场[J].全球教育展望,2023,52(3):25-34.
6 荆鹏,侯恕.初中物理跨学科实践教学的内涵、价值与路径[J].物理教师,2022,43(10):32-36.
7 郑青岳.大概念的特征及其对科学教学的启示[J].物理教师,2021,42(4):14-17.
8 罗莹,蔡天娇.从科学探究到跨学科实践:初中物理教学的新变革——基于新旧课标的比较分析[J].物理教师,2023,44(2):38-43.

(收稿日期:2024-04-16)

中国知网 https://www.cnki.net