

结构不良问题解决:高中物理深度学习的有效途径*

任虎虎

(江苏省太仓高级中学 江苏 苏州 215411)

(收稿日期:2018-05-30)

摘要:从结构不良问题和深度学习的内涵、结构不良问题解决促进深度学习的途径、结构不良问题解决促进高中物理深度学习的教学策略3个维度谈谈笔者的一点实践体会和感悟。

关键词:结构不良问题 深度学习 体验 案例 项目

传统教学是在知识学习后解决问题,将知识学习和问题解决割裂开来,而深度学习倡导在实际问题解决过程中获取知识,发展高阶思维,提升关键能力。日常生产生活中遇到的实际问题基本都属于结构不良问题,基于结构不良问题组织和实施教学,促进学生深度学习是发展关键能力、落实物理学科核心素养的有效途径。

1 结构不良问题和深度学习的内涵

1.1 结构不良问题的内涵

问题的核心要素包括:初始状态、目标状态及算子^[1]。初始状态是指所需解决问题的信息;目标状态是指问题所要得到的结论;算子是指问题解决中使用的方法和途径。其中,初始状态和目标状态均明确给出,有确定运算规则的问题为结构良好问题;反之,初始状态、目标状态中有一项或两项没有明确给出,造成解决途径及解决标准不唯一的问题就为结构不良问题。人们日常生产生活中有待解决的实际问题大多为结构不良问题,如电路故障的排除等。

笔者认为:结构不良问题的解决过程能有效激发学生求知欲、帮助学生多角度把握问题本质、联结生活生成意义、追寻知识背后的价值、形成跨学科综合解决问题的关键能力。因此,基于结构不良问题的解决实施教学具有深远意义。

1.2 深度学习的内涵

深度学习是指在教师引领下,学习者以高阶思

维发展和实际问题解决为目标,以整合的知识为内容,积极主动地、批判性地学习新的知识和思想的过程^[2]。这一过程中,学生围绕着具有挑战性的学习主题,全身心积极参与、体验成功、获得发展,掌握学科的核心知识,理解学习的过程,把握学科的本质及思想方法,形成积极的内在学习动机、高级的社会性情感、积极的态度、批判性理性精神、正确的价值观。

笔者认为:深度学习是触及心灵深处的对话式学习;深度学习是深入学科本质的反思性学习;深度学习是促进学科融合的整合式学习;深度学习是追寻意义价值的理解性学习;深度学习是指向核心素养的发展性学习。

2 结构不良问题解决促进深度学习的途径

结构不良问题的初始状态、目标状态及算子至少其中之一不明确,这就需要在解决过程中联系实际进行类比、抽象、建模,一些数据还要学生自己去测量、去查阅资料,这些体验过程将极大地丰富学生的学习经历,为深度学习的发生提供良好的土壤。

首先,从学科知识的角度看,结构不良问题的解决,需要经过类比、综合运用所学知识,并在实际问题情境的解决中学习新知识,认识和追寻知识背后的逻辑、意义和价值。帮助学生深度把握知识的产生与来源、事物的本质与规律、知识的关系与结构、知识的意义与价值,达到深度学习的层次。

* 江苏省教育科学“十三五”重点规划课题“指向深度学习的高中物理‘思维型’课堂构建的研究”阶段研究成果之一,项目编号:c-b/2018/02/43

作者简介:任虎虎(1989-),男,硕士,太仓市学科带头人,苏州市教坛新苗。

其次,从学科思维的角度看,结构不良问题是有思维空间和挑战性的学习任务,基于学生生活背景的实际物理问题能有效激发学生的学习兴趣 and 热情,促进学生深度思考.尤其教师可以设计一些“两难”的问题情境,引发认知冲突,让学生在辩论中学习知识,忽略事物的次要因素把握关键因素的科学建模过程,发展分析、评价、批判等高阶思维能力,深刻把握学科思想与方法,促进深度学习.

最后,从学科价值的角度看,能解决真实生活中的复杂问题是深度学习的根本价值,也是落实学科核心素养的重要标志.由于结构不良问题具有条件模糊、解决方案多样、结果开放等特点,因此,基于结构不良问题的解决来组织和开展教学,帮助学生模拟社会实践,能有效提升学生的批判性思维能力和解决复杂问题的能力,为终生学习和发展奠定坚实的基础.

3 结构不良问题解决促进高中物理深度学习的教学策略

借助结构不良问题促进高中物理深度学习首先需要回答:适合高中物理教学的结构不良问题如何获得?

生产生活中的实际问题虽然基本都属于结构不良问题,但并不是所有都适合学校课堂教学,笔者这里提供3个途径:从教材中筛选寻找;结构良好问题的还原;模拟生活实际情境.采用体验式、案例式、项目式的教学策略实现深度学习.

3.1 甄别教材中的问题 开展体验式学习

有研究发现:在人教版物理教材中的“说一说”“问题与练习”“思考和讨论”3个栏目存在大量的结构不良问题^[3].这就要求平时教学时仔细研究教材,把结构不良问题甄别并筛选出来有效组织教学,可以通过交互的亲身体验和探究,获得相应知识及生成意义.

案例分析:人教版教材必修2第19页“问题与练习”中的第4题就是一个典型的结构不良问题.原题如下.

如图1所示,是自行车传动机构的示意图.假设脚踏板每2s转一圈,要知道这种情况下自行车前进的速

度有多大,还需要测量哪些量?请在图中用字母标注出来,并用这些量导出自行车前进速度的表达式.用自行车实际测量这些数据,计算前进速度的大小,然后实测自行车的速度.对比一下差别有多大?

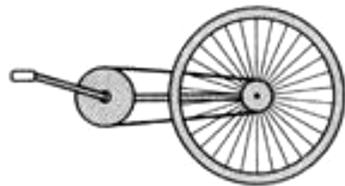


图1 自行车传动机构示意图

这个问题的算子和目标状态清楚,但初始状态不明确,属于结构不良问题.解决它需要学生建模、数学运算和体验.首先,建立皮带传动模型,根据条件让学生进行分析:脚踏板的角速度 $\omega_1 = \frac{2\pi}{t} = \pi \text{ s}^{-1}$.则大齿轮的角速度为 $\pi \text{ s}^{-1}$.设后轮的半径为 R ,和脚踏板相连的大齿轮半径为 r_1 ,和后轮同轴的小齿轮半径为 r_2 ,角速度为 ω_2 ,因为大小齿轮的线速度相等, $\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$,所以 $\omega_2 = \frac{r_1 \omega_1}{r_2}$.又由于小齿轮和后轮的角速度相等,则自行车前进的线速度 $v = R\omega_2 = \frac{\pi R r_1}{r_2}$.

所以需要测量大齿轮半径 r_1 ,小齿轮半径 r_2 ,后轮的半径 R .

课后,笔者把学生分为4人一组,让学生实际测量自行车上述3个量,先理论计算速度大小,然后1人实际骑自行车,1人旁边负责保护安全,其他2人测量和记录实际数据,在下节课上展示各组测量结果,比较理论计算和实际测量结果并分析产生误差的原因.

通过这一实际的亲身体验过程,学生学习有关测量、圆周运动的规律、误差分析等相关知识,真正实现“做中学”,提升解决实际问题的能力.教材中的一些问题完全可以让让学生去亲身体验,获得更深层次的理解,实现意义建构.

3.2 还原结构良好问题 开展案例式学习

很多结构良好问题都是在学习知识后作为巩固练习提供给学生解决,这是本末倒置.应该倒过来:将结构良好问题转化为结构不良问题在学习知识之

前提供给学生解决,此时是将这一结构不良问题作为知识学习的载体和典型案例,在解决的过程中学习一类知识,掌握学科思想与方法,将结构不良问题作为“打开”核心概念学习的一把钥匙。

案例分析:在平抛运动学习后,有如下结构良好问题。

如图2所示,女排比赛时,排球场总长为18 m,设球网高度为2 m,运动员站在网前3 m处正对球网跳起将球水平击出,若击球的高度为2.5 m,为使球既不触网,又不越界,求球的初速度范围。

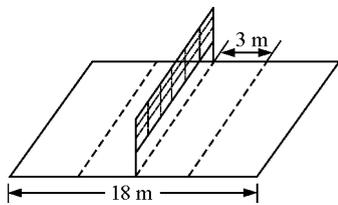


图2 排球场地示意图

可以将这一结构良好问题转化为结构不良问题;2015—2017年中国女排分别获得世界杯冠军、奥运冠军、大冠军杯冠军,展现了强大的统治力,朱婷发球时在最高点将球水平击出,请你通过定量推导说明,发球速度在什么范围内,才能保证发球时排球既不触网,又不越界。

将这个问题放在学习平抛运动相关知识前,引导学生联系实际经历建构模型、分析、数学计算等过程。

首先需要学生抽象出模型:忽略空气阻力和排球的旋转,把它看成一个速度水平、只受重力的质点,如图3所示,设置问题串。

- (1) 排球运动的轨迹是什么? 大家尝试画出来。
- (2) 对于这个曲线运动如何处理?
- (3) 理论上曲线运动可以向任何两个直线上分解,这里为了研究问题的方便,可以分解在什么方向上?
- (4) 在这两个方向上分别做什么运动? 为什么?

通过上面的问题分析,学生初步建立平抛运动的模型,并理论探究得到平抛运动在水平方向上做匀速直线运动,竖直方向做自由落体运动。接下来设

计实验方案进行实验探究。总结得出平抛运动的规律:水平方向上, $x = v_0 t$;竖直方向上, $y = \frac{gt^2}{2}$ 。

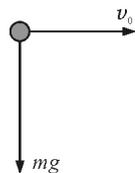


图3 排球抽象模型

接下来结合实际进行赋值:设排球场的总长度为 $2l$,排球网的高度为 h ,朱婷发球时排球距地面的高度为 H ,让学生做出运动情境图,如图4所示。

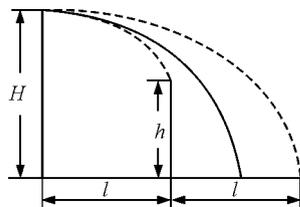


图4 排球运动情境示意图

然后利用上面得到的规律进行数学计算,得出结果,这里不再赘述。

上述分析过程是结构良好问题缺失的,却是深度学习发生的必要条件。作为一个典型案例,是学习斜抛运动和类平抛运动的基础。学生在解决问题的过程中不仅学习到平抛运动相关知识、“化曲为直”的物理思想,还体验到建模、分析、评价等高阶思维。

3.3 模拟实际生活情境 开展项目式学习

很多实际问题由于空间、时间和资金需求量巨大,无法在课堂和学生有限的时间、空间和资金能力上完成,此时教师可以变通,模拟相似的情境,让学生去解决。为了模拟得更加真实,可以采用项目式的学习方式,培养学生的综合思维、知识迁移能力和跨学科解决复杂情境问题的能力。

案例分析:在进行动量定理学习前提供实际待解决的问题。在抗震救灾时,往往需要飞机空投物资,但为了飞机飞行安全,物资一般需要从上千米的高空抛下,大家想一下,现在空投的是医疗器械,采取怎样的措施避免物资摔坏呢?

由于教学中没有飞机,可以用鸡蛋落地过程来“缩短时空”模拟上述情境。

4人一组开展项目式学习。项目要求:看哪一组

STEM 活动教学对培养物理核心素养的价值探讨

——以闭合电路欧姆定律为例

梁沛林

(深圳市西乡中学 广东 深圳 518102)

(收稿日期:2018-05-17)

摘要:目前 STEM 教育是一种以“做中学”为教学形式,从解决实际问题出发,收集信息,设计方案,制作产品解决问题,并在此过程中提升能力和素养的教学过程.通过 STEM 活动目标教学方法设计了一节“水果能供电吗?——探讨闭合电路欧姆定律”的活动课,分析了 STEM 教学在培养物理学科核心素养中的价值,思考了 STEM 教学应用到物理学科的若干问题.

关键词:STEM 物理核心素养 闭合电路欧姆定律

1 前言

STEM:指融合了 Science(科学)、Technology(技术)、Engineering(工程)、Mathematics(数学)的综合

设计的装置鸡蛋不碎,落地用时最短且造价最低.让学生体验这一实际问题的解决过程.先让学生估算这样两个问题:

(1) 一个鸡蛋从4楼自由下落,试估算鸡蛋在与地面作用前瞬间的速度大小?

(2) 如果鸡蛋与地面的作用时间为0.1 s,试估算这个过程中鸡蛋受到地面的平均作用力?此过程中学生需要具备每层楼的高度大概多少、每个鸡蛋的质量大概多少等基本生活常识.然后运用自由落体和动量定理的知识解决问题.

学生分组购买材料,动手制作,进行实践尝试:如何让鸡蛋从4楼最快落地,而不摔碎?这个过程中需要学生经历分析、建模等科学思维过程,查阅资料,要减小作用力,必须延长作用时间和减小落地时的速度,这就需要设计缓冲装置和减速装置.虽然对于这一问题网上有不少方案,但学生根据自己的理解设计了更加丰富的方案,并且所做装置做工也非常精良.学生参与的主动性和比赛的热情都非常高.在解决问题的过程中掌握了动量定理的知识、意义和本质.

教育方法,形式上表现为“做中学”,从解决实际问题出发,在实践中掌握知识,提高能力.在教学上,STEM 一般采用以解决工程问题为主线,基于项目的学习方式.通过背景经验活动把工程问题与相关

这一结构不良问题的解决需要综合运用自由落体和动量定理等相关知识.还需要方案设计和经济预算等跨学科整合项目的知识.各组内根据各成员的特长进行分工,提升了学生的合作交流能力和思维品质.

结构不良问题解决过程能将书本中符号化的知识“打开”、将静态的知识“激活”.虽然在现在人教版教材中占有一定比例,但和美国教材《物理原理与问题》等相比还是偏少,且缺乏系统性.所以教师在平时教学中要创造性地设置待解决的结构不良问题,组织教学方案,让学生在结构不良问题的解决中学习物理知识,发展高阶思维,促进深度学习,落实物理学科核心素养.

参考文献

- 1 鲁志琨,申继亮.结构不良问题解决及其教学涵义.中国教育学刊,2004(1):44~49
- 2 朱开群.基于深度学习的“深度教学”.上海教育科研,2017(5):50~58
- 3 侯新杰,吕齐银.高中物理必修教材栏目中的结构不良问题解决.中学物理教学参考,2014(7):2~5