



物理教学中促进学生深度学习的策略探索

吴双 张磊

(山东师范大学物理与电子科学学院 山东 济南 250014)

(收稿日期:2017-11-20)

摘要:在分析国内外深度学习研究现状的基础上,阐述了深度学习的内涵及特征.基于对高中生物理深度学习情况的问卷调查,从创设真实问题情境、问题驱动学习、整合学习内容、构建学习共同体、关注过程性评价等方面,提出了促进高中物理深度学习的具体策略.

关键词:深度学习 教学策略 高中物理

在知识经济时代,仅靠记忆陈述性知识和程序性知识是不够的,学生必须具有对复杂概念更深层次的理解,以及掌握利用复杂概念创造新概念、新理论、新产品、新知识的能力^[1],物理学是以观察和实验为基础的自然学科,不少学生反映物理学科比较“难”,其根本原因在于“不会学习”,其学习方式仍停留在记忆、理解的浅层学习,浅层学习不利于发展学生的直接兴趣和高阶思维能力,如何发展学生的深度学习能力成为物理教学改革的研究热点.2014—

2016连续3年基础教育《地平线报告》提出探索或转向“深度学习策略”,可见深度学习作为一种有效认知策略在基础教育中的重要地位^[2].

1 深层学习的内涵

20世纪70年代,美国学者 Ference Marton 和 Roger Saljo 在《学习的本质区别:结果与过程》一文中根据大学生阅读文本的不同信息加工方式,首次提出深度学习和浅层学习两个相对概念^[3],随后

升学生的元认知水平,对教师的的能力又有哪些具体的要求以及相应的教学反思工具该如何设计等等.也只有将这一系列问题思考清楚,才能使认知弹性理论更好地服务于高中物理教学活动.

参考文献

- 1 王芳. 基础教育课程改革深化背景下学生核心素养培养设想. 人力资源管理, 2016(12):40
- 2 路艳. 基于结构不良问题的探究性教学策略研究:[硕士学位论文]. 成都:四川师范大学, 2012. 13~14
- 3 孙海霞. 基于问题学习的初中数学情境教学模式探究:[硕士学位论文]. 重庆:西南大学, 2011
- 4 史伟琴. 结构不良问题解决教学的研究——以小学高年级数学教学为例:[硕士学位论文]. 南京:南京师范大学, 2014
- 5 Jonassen, D. H. Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. Educational Technology: Research and Development, 1997, 45(1):79~83

- 6 Namsoo Shin, David H. Jonassen, Steven Mc Gee. Predictors of Well-Structured and Ill-Structured Problem Solving in an Astronomy Simulation Journal of Research in Science Teaching, 2003(1):6~33
- 7 David H. Jonassen. Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. Educational Technology: Research and Development, 1997(1):65~94
- 8 孙玲玲. 结构不良物理问题解决研究:[硕士学位论文]. 大连:辽宁师范大学, 2003
- 9 徐正巧, 赵德伟, 庄科君. 认知弹性理论视角下的移动学习模式的探讨. Proceedings of 2010 National Vocational Education of Communications and Information Technology Conference (2010NVCIC). 2010. 243~246
- 10 高彤彤, 任新成. 认知弹性理论重要概念辨析. 上海教育科研, 2014(12):27~30
- 11 乔际平, 邢红军. 物理教育心理学. 南宁:广西教育出版社, 2002. 27~32

Ramsden(1988)、Entwistle(1997)、Biggs(1999) 进一步论述了深度学习和浅层学习的相关理论及其特征. 2010年 William and Flora Hewlett Foundation 发起,并由美国研究院组织实施的 SDL 项目,对深度学习理论和实践进行系统研究. Hewlett Foundation 界定深度学习包括掌握核心学科知识、批判性思维、复杂问题解决、团队协作、有效沟通、学会学习、学习毅力等6个维度的基本能力,2012年国家研究委员会将HewlettFoundation深度学习能力划分到3个领域,如表1所示. 同时 Hewlett Foundation 在美国不同地区建立共500余所实验学校进行实践研究,形成深度学习共同体网络^[4].

表1 Hewlett Foundation 与 NRC
相融合深度学习能力框架

认知领域	核心学科知识
	批判性思维、复杂问题解决
人际领域	团队协作
	有效沟通
个人领域	学会学习
	学会毅力

国内黎加厚教授(2005)率先对深度学习进行相关研究,将其界定为在理解学习的基础上,学习者能够批判性地学习新的思想和事实,并将它们融入原有的认知结构中,能够在众多思想间进行联系,并

表2 高中深度学习情况的现状调查指标体系

一级指标	二级指标
认知领域	知识建构:主动进行新旧知识的意义联结,基于理解的学习
	批判性思维:批判性地分析各种来源的信息,质疑权威,独立思考
	知识整合:融合不同学科的信息
	问题解决:将新知识迁移新的任务或情境中
人际领域	合作能力:协作完成任务和解决问题
	沟通能力:能够听取和接受他人反馈和想法,并向他人提供建设性和合理的反馈
个人领域	反思能力:监控和调节自己的学习过程和学习策略,并进行自我反思
	学习毅力:积极学习态度,高行为投入
	学习动机:基于内部或外部因素进行学习

笔者在 NSSE-china 深度学习子量表、Hewlett Foundation 深度学习能力框架以及深度学习相关特征基础上,编制了高中生物物理深度学习的调查量表,该量表包括认知领域、人际领域、个人领域等3个一级指标,往下细分为9个二级指标.

问卷采取 likert 五点量表法,每一个问题均能

能够将已有的知识迁移到新的情境中,作出决策和解决问题的学习^[5]. 随后张浩等学者并进一步论述了深度学习的认知理论基础、内涵及主要特征^[6].

综合国内外深度学习研究现状,本研究认为深度学习的特征表现以下4个方面:

(1)从深度学习目标结果看,深度学习体现为学生认知、人际、个人3个领域高阶能力发展.

(2)从学习内容角度看,深度学习的内容具有整合性、情境性等特点,并不是割裂的、脱离实际生活的事实.

(3)从学习过程的角度看,深度学习强调学习者批判性理解学科核心知识,基于已有的知识经验主动建构知识体系,能将概念和原理迁移到新的情境,创造性地解决结构不良问题.

(4)从学习投入角度看,在学习过程中,深度学习需要学生的高认知投入、高情感投入、高行为投入,学习者的积极参与是深度学习的关键.

2 高中生物物理深度学习情况现状调查与分析

2.1 学生深度学习的现状

高中深度学习情况的现状调查指标体系如表2所示.

反映学生运用深度学习策略情况,通过对济南市2所中学高一、高二共319名学生深度学习情况进行问卷调查,来了解高中生物物理深度学习情况. 统计结果如图1所示,整体来说学生的深度学习水平并不高,尤其在批判性思维能力、知识整合、问题解决、沟通能力、学习动机等维度上,学生关注焦点仍停留在

完成学习任务本身,缺少对物理核心知识和观念的批判性理解以及有效信息的整合,在知识迁移和劣

构问题解决方面存在明显不足,严重影响学生的学习质量.

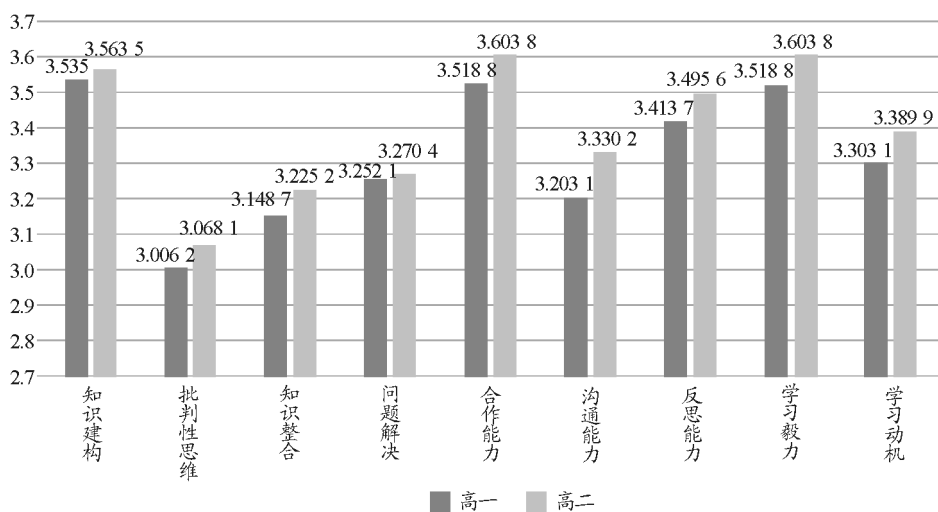


图1 高中生物理深度学习水平统计

2.2 学生深度学习现状的原因探析

(1) 学习方式改革表面化

目前课堂教学仍存在师生沟通对话较少、科学探究流于形式等表面化问题,教师对知识形成过程以及物理知识价值关注不够,情感培养呈现浅层化,大量刷题练习造成学生兴趣匮乏,批判性思维、创新思维等高阶认知能力的发展受到阻碍.

(2) 忽视学习环境的设计

建构主义理论下的学习环境包括情境、协作、会话和意义建构等4部分,良好学习环境是学生主动建构知识和发展高阶思维的基础.当前教师没有很好借助学生日常生活为其建构积极思考、有效提问的学习环境,也没有充分利用DIS系统、物理仿真实验室、3D打印技术等现代信息技术优化传统教学,在小组协作学习中,学生“非参与”现象比较严重,例如半数以上的学生很少积极发表自己的意见、课堂参与较低等.

(3) 教学内容缺乏有效整合

一方面教师缺乏对教学内容的整体性设计,忽略学科主题间内在联系,存在知识碎片化现象.另一方面学生缺少知识整合的自主性和深度学习方法,整体把握学科知识的能力有所欠缺,跨学科融合知识的能力不足,其认知结构中部分知识是孤立、零碎的,没有建立相互联系的知识网络.

3 物理教学中促进学生深度学习的实施策略

3.1 创设真实的问题情境 激发内部学习动机

研究发现,学习者只有根据自己的经验与外界交互,并积极建构意义时,深层理解才会发生^[7].深度学习要求以前概念和原有认知结构为基础,通过创设真实问题情境,将自身生活概念体系与科学概念体系进行相互作用,引发认知冲突,促进迷思概念向科学概念转变,激发学生的直接兴趣,改变学生的非参与状态.

以液体表面张力的引入为例,教师提问“硬币可能漂在水面吗?”学生根据硬币(实心)密度比水密度大,推导出硬币不可能漂浮在水面.实验现象却是硬币可以“漂浮”在水面,如图2所示.

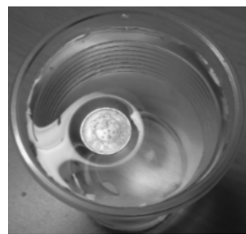


图2 硬币漂浮在水面上

该物理情境引发了学生认知冲突,激发学生学习的好奇心和求知欲.教师轻轻按压硬币,使硬币下沉,引导学生分析浮力和重力的变化情况,并思考该

现象说明了什么. 学生经过思考得出: 硬币下沉说明 $F_{浮} < G$, 随着硬币的下沉, 排开水的体积增大, 浮力增大, 而重力保持不变, 说明硬币漂浮在水面时, 应该还受到另外一种力. 通过观察液面的变化情况, 引出表面张力的概念.

3.2 问题驱动学习 促进高阶思维发展

驱动问题要包含启发性的内容, 以一个真实世界中的情境作为锚点. 学生在寻求解决方案的过程中, 逐渐加深对物理概念、规律及实践应用的理解. 例如在“洛伦兹力”教学片段中, 通过极光现象引出“磁场对运动电荷的力”, 演示阴极射线管, 设置不同梯度的问题, 让学生参与具有挑战性的学习任务中, 在最近发展区内驱动学生自主探究物理规律.

问题一: 电子束在磁场中发生偏转说明了什么?

问题二: 电荷在磁场中受到洛伦兹力, 结合电荷定向移动产生电流, 电流在磁场中受安培力作用, 试猜测电流所受安培力与电荷所受洛伦兹力的关系.

问题三: 根据安培力与洛伦兹力的关系, 思考洛伦兹力方向的判断方法, 小组协作利用阴极射线管设计实验方案并加以验证.

问题四: 根据安培力与洛伦兹力的关系, 利用电

流的微观解释, 自主推导洛伦兹力的表达式.

问题五: 类比安培力表达式, 讨论平行和斜交情况时, 洛伦兹力的表达式. 观察极光现象和旋转液体现象, 分析产生两种现象的原因.

通过 5 个逻辑上层层递进的问题, 将安培力和洛伦兹力联系起来, 引导学生自主建构洛伦兹力的相关性质, 深度理解洛伦兹力, 促进迁移和问题解决等高阶思维能力的发展.

3.3 整合学习内容 注重知识建构

深度学习的整合既包括新旧知识的联系, 也包括跨学科内容的融合, 深度学习强调将新知识整合到原有知识体系中, 以利于知识的保持和迁移. 例如磁场和电场是实际存在的特殊物质, 理解起来比较抽象, 在实际教学中, 利用图表把磁场与电场相关性质加以整合, 可以增强学生对场的概念、电场强度和磁感应强度、电场线和磁感线等的理解, 进而促进知识有效迁移.

又如在一轮复习相互作用专题中“摩擦力”相关内容时, 引导学生通过思维导图整合摩擦力性质, 理清知识点间的相互联系和逻辑关系, 促进思维可视化和发散性思维的培养, 如图 3 所示.

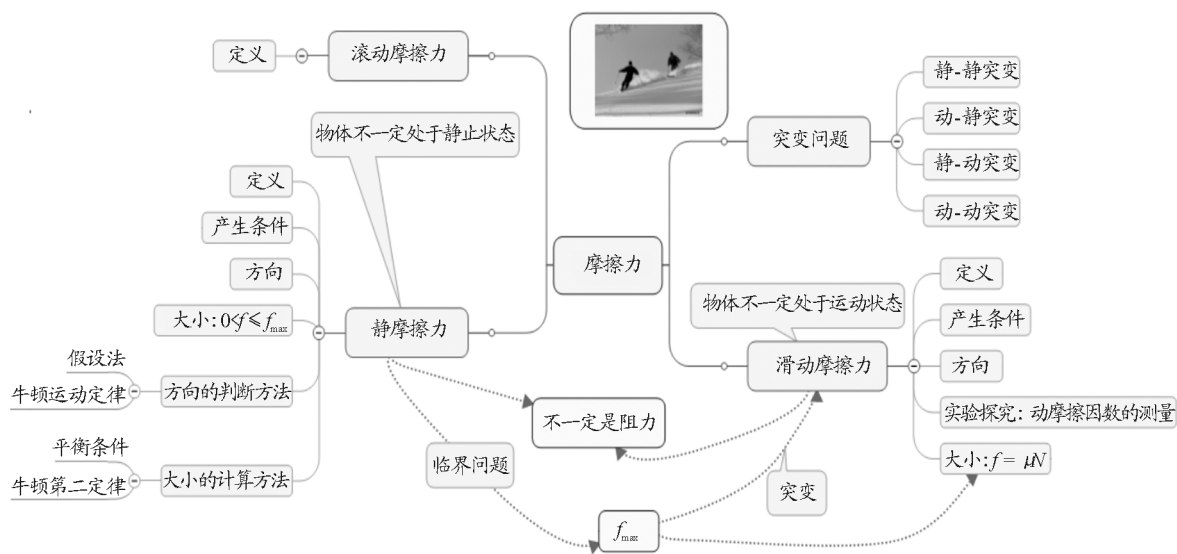


图 3 “摩擦力”教学思维导图

深度学习强调跨学科的整合, 符合目前所倡导的 STEM 教育理念. 物理概念形成、规律建立和应

用需要数学工具描述, 也需要化学、地理等学科的支持, 重视物理与其他学科的融合, 有利于提高学生对

科学本质的认识以及促进学生科学思维的发展.例如“楞次定律”与“勒夏特列原理”在思想和研究方法上具有统一性,通过对“楞次定律”与“勒夏特列原理”类比推理和系统整合,使学生深入理解“减

弱”和“阻碍”的意义,自主完善知识体系和发展整合思维.为了满足学生的个性化需求,提供相关学习资源以便学生进一步思考楞次定律和勒夏特列原理更深层次的关系.

表3 楞次定律与勒夏特列原理的对比研究

	楞次定律	勒夏特列原理
内容	感应电流的磁场总是阻碍引起感应电流磁通量的变化	改变影响平衡的一个条件,平衡向能够减弱这种改变的方向移动
研究对象	感应线圈	化学平衡体系
影响条件	磁通量的变化	温度、压强、反应物或生成物的浓度
变化结果	程度减小,但不能抵消改变	程度减小,但不能抵消改变

3.4 构建学习共同体 引导学生深度学习

学习共同体对深度学习起着重要的支持作用,小组成员相互搭建脚手架,协作建构知识.一个积极的学习共同体有助于获取学科核心知识,加强学习者的学习动机和认知投入,例如液体表面性质的探究活动.

(1) 问题引入

液体表面张力有什么作用效果呢?小组协作利用手中的实验器材进行探究.

(2) 合作探究

1) 长方形铁丝框内嵌有活动吸管,使长方形铁丝框布满肥皂水的薄膜,用针刺破吸管一侧的薄膜,观察吸管的运动和肥皂膜的形状.

2) 半圆形铁丝框内嵌有活动吸管,使半圆形铁丝框布满肥皂水的薄膜,用针刺破吸管一侧的薄膜,观察吸管的运动和肥皂膜的形状.

3) 将一个棉线圈系在铁丝环上,使铁丝环布满肥皂水的薄膜,此时棉线呈现松弛状态,用针刺破棉线圈内的薄膜,观察棉线和肥皂膜的形状.

(3) 深度建构

表面张力的作用效果是使液体有收缩的趋势,液体为什么会产生表面张力呢?观察液体表面的微观图,小组协作从液体和气体分子间相互作用力的角度,讨论液体表面产生表面张力的原因,并类比橡皮膜的收缩,建立表面张力的概念.

(4) 问题探讨

观察肥皂动力小船实验,参考清水和肥皂水的表面张力系数,从受力的角度讨论分析无动力小船

运动的原因.

(5) 迁移运用

1) 四面体、六面体等从肥皂水拿出后会产生什么现象?请同学们尝试制作一些有关液体表面张力的实物模型.

2) 解释太空水球的实验现象.

3) 研究表面张力有什么意义?在日常生活和生产中有什么具体应用?

通过课堂学习共同体的对话,小组成员协作建构液体表面张力性质,从微观领域深层理解表面张力的成因,并利用液体表面张力相关性质解释生活现象和解决实际问题,引导学生深刻体验物理概念形成与迁移应用的过程.

3.5 关注过程性评价 促进自我反思

深度学习要求评价应贯穿整个学习过程中,并针对学生学习的具体情况及时做出反馈,学习者根据反馈信息利用元认知对自己学习过程及学习策略进行反思,并采取相应的措施进行改进,过程性评价是促进学生深度学习的有效途径之一.例如学完实验“验证机械能守恒定律”一节后,笔者鼓励学生质疑反思,在尽量减小实验过程中产生的误差的情况下,根据机械能守恒定律的不同表述方式,设计实验验证机械能守恒定律.学生设计出以下两类方案:

方案一:单个研究对象与地球组成的系统机械能守恒

如图4和图5所示,让小球自由落体运动或单摆运动,测出小球直径(或遮光条宽度) d 和经过光电门的时间 t ,用刻度尺测出起始点到光电门的高度

差 h , 通过验证 $gh = \frac{1}{2} \frac{d^2}{t^2}$ 在误差允许的范围内是否成立, 即可验证机械能守恒定律, 类似的实验方案还有利用平抛运动、竖直上抛运动的规律来验证机械能守恒定律.

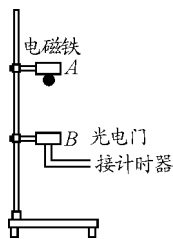


图4 小球自由落体运动

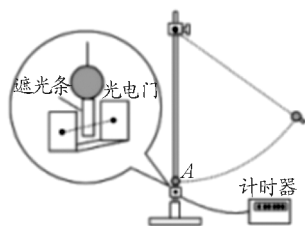


图5 小球车摆运动

方案二: 连接体与地球组成的系统机械能守恒

如图6所示, 根据阿特伍德机与光电门相结合来验证机械能守恒, 实验时需测出A初始位置到光电门的距离 h , 挡光片宽度 l , 挡光时间 t , 物块A和B的质量分别为 m_A 和 m_B , 系统重力势能减少量

$$\Delta E_p = (m_B - m_A)gh$$

系统动能增加量

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} (m_B + m_A) \frac{l^2}{t^2}$$

通过比较 ΔE_p 和 ΔE_k 在误差允许的范围内是否相等即可验证机械能守恒定律.

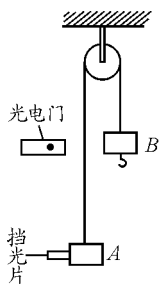


图6 利用阿特伍德机与光电门验证机械能守恒

图7, 利用气垫导轨、滑块和光电门来验证机械能守恒, 测出初始位置到光电门的距离 l , 挡光片宽度 d , 挡光时间分别为 t , 钩码和滑块的质量分别为

m 和 M , 通过验证

$$mgl = \frac{1}{2} (m + M) \frac{d^2}{t^2}$$

在误差允许的范围内是否成立, 即可验证机械能守恒定律, 类似的实验方案还有将图8的实验装置倾斜(在钩码带动滑块上滑的情况下)验证机械能守恒定律.

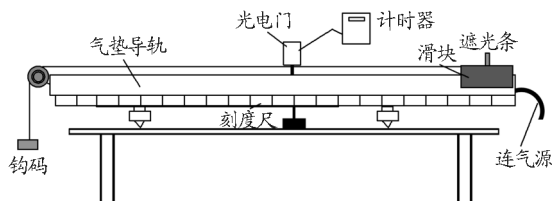


图7 利用气垫导轨、滑块和光电门验证机械能守恒

教师引导学生对实验方案进行评价, 共同分析实验的合理与不合理之处. 学生经小组讨论后认为: 方案一和方案二都排除了纸带和打点计时器之间的摩擦影响, 具有可操作性, 且两种实验方案根据释放位置的不同, 可以进行多次实验加以验证. 但两种实验方案中将物体通过光电门的平均速度等同于通过光电门的瞬时速度给实验结果带来一定的误差, 同时图4, 图6, 图7可以再加一个光电门进行实验改进. 在实验探究过程中, 及时反馈学生学习情况, 引导学习者自主评估实验方案, 培养建立和应用物理模型的意识.

参考文献

- 1 R·基思·索耶主编. 剑桥学习科学手册. 北京: 教育科学出版社. 2010
- 2 李新房, 李静. 新兴技术在基础教育中的应用分析与深度融合策略思考——历年《地平线报告(基础教育版)》内容分析. 教育科学研究, 2017, (06): 26 ~ 49
- 3 Marton, F. Saljo, R. On Qualitative Difference In Learning: Outcome And Process. British Journal of Educational Psychology, 1976, 46(1): 4 ~ 11
- 4 卜彩丽, 冯晓晓, 张宝辉. 深度学习的概念、策略、效果及其启示——美国深度学习项目(SDL)的解读与分析. 远程教育杂志, 2016, 34(05): 75 ~ 82
- 5 何玲, 黎加厚. 促进学生深度学习. 现代教学, 2005, (05): 29 ~ 30
- 6 张浩, 吴秀娟. 深度学习的内涵及认知理论基础探析. 中国电化教育, 2012, (10): 7 ~ 11