



# 认知负荷理论在物理实验教学中的运用<sup>\*</sup>

郑兰花 黄树清

(福建师范大学物理与能源学院 福建 福州 350108)

(收稿日期:2020-05-28)

**摘要:**认知负荷理论主要论述了学生在学习信息加工过程中资源的分配问题,强调合理分配认知资源对促进高效学习有重要作用.根据认知负荷分类,从教学资源的利用、实验的讲授方式、实验情境的创设3个方面说明了认知负荷理论在物理实验教学中的运用.

**关键词:**认知负荷理论 教学运用 物理实验

实验在物理教学中占据着重要地位,通过实验教学,能够让学生了解物理学家科学探究的过程,加深对物理概念规律的理解.近年来随着素质教育与核心素养的提出,许多中学教师开始越来越重视实验教学,重视利用实验提高学生科学素养.但是目前实验教学还存在许多问题,如不够合理利用资源辅助实验教学;不够认真钻研教材去选择恰当的实验讲授方式,不够充分激发学生实验探究欲望.为了能够攻破这些问题,充分发挥实验教学的作用,笔者根据认知负荷理论,从认知负荷3种分类角度分析实验教学,并提出相应的教学措施改进实验教学.

## 1 合理利用资源 减少外在认知负荷

外在认知负荷是由学习材料的组织形式和呈现方式引起的<sup>[1]</sup>,在实验教学中主要体现在实验器材的选择与多媒体教学的设计.在认知负荷理论指导下,在实验教学中教师应合理利用现有教学资源,优化材料的呈现方式,在实验器材的选择和多媒体的使用上有效减少外在认知负荷.

### 1.1 挑选合适器材

实验教学中必不可少的就是实验器材,实验器材的选择也是成功教学的关键.在实际教学中,教师往往不能够针对性地选择合适的器材,导致在课上演示实验时,现象不够直观明显,使得学生不能很好

的直接获取信息,增加外在认知负荷.因此,在挑选实验仪器时要根据以下两点:

(1)生活化,物理来源于生活,生活中的许多现象都需要物理知识解释,实验教学中,我们应利用这一优势,注重与现实生活的紧密联系,挖掘生活中与物理相关的素材或资源,将物理生活化<sup>[2]</sup>,增加亲切感,熟悉物体的呈现能够减少学生信息加工的难度,降低外在认知负荷.例如在“物体的浮与沉”这节课中,为了能够让学生明白改变液体密度就会改变物体的浮沉状态,演示不同浓度盐水中的鸡蛋,往清水中不断加盐搅拌,可观察到鸡蛋由原来的下沉到悬浮在水中再到上升,最终处于漂浮状态.如图1,盐和鸡蛋都是生活中的常见物体,实验涉及到的原理较为简单即为生活常识——改变盐水浓度即为改变液体的密度,通过演示这类实验,能让学生感受到生活与所学物理知识密切相关,降低学习物理的陌生感,使学生更容易接收知识,减少外在认知负荷.



图1 物体的浮与沉实验

<sup>\*</sup> 福建师范大学2018年度本科教学改革研究项目“创新教具研发在新物理课堂中的应用研究”,项目编号:1201803032;福建省教改项目“国家一流专业建设背景下师范生教学实践能力培养的升华与再实践”,项目编号:1202002001

作者简介:郑兰花(1997-),女,在读硕士研究生,主要研究方向为中学物理教学.

通讯作者:黄树清(1961-),女,本科,高级实验师,研究方向为中学物理实验教学和教具制作.

(2) 先进化,在实际实验教学中,可以优先挑选一些较为先进的设备,能够直观地显示实验数据,免去数据处理的麻烦,视觉上的冲击能使学生较快接收信息,降低外在认知负荷.例如在“超重与失重”一节中,为了能够让学生明白超重和失重的条件,往常教师都是举电梯上升和下降的例子,通过身体反应来说明超重和失重状态,但身体反应掺杂了主观因素,且还需要转换为物理语言,增加负担,并不利于知识学习.因此在本环节可以设计实验,让学生站在压力传感器上站起和下蹲,同时在DIS系统中显示每一时刻的压力值.根据观察每一时刻压力值与重力作比较就可以说明超重和失重状态,实时的数据显示能减少接收信息上的障碍,减少了外在认知负荷,使学习更高效.运用较为先进的器材不仅可以激发好奇心,增加学生学习物理的兴趣,同时也间接展示了物理仪器的先进性,为今后的学习打下基础.

实验器材多种多样,教师要根据实际课程内容挑选器材.合适的器材不仅能吸引学生的注意力,更加关注实验本身,而且能保证实验呈现明显的实验现象,降低对学习策略的关注,减少外在认知负荷,提升实验教学效果.

### 1.2 优化多媒体教学

运用多媒体教学是教师常用的现代化教学手段,在当前的教学中,个别教师没有从学生的角度出发去精心设计多媒体教学方案,信息传递不流畅、学习材料呈现方式不对,造成了学生外在认知负荷增大<sup>[3]</sup>.外在认知负荷过重,会增加学生学习压力,使学生失去学习动力.

笔者研究发现运用多媒体技术将实验讲解变得具有条理化<sup>[4]</sup>,如图2可以使学生清楚实验探究的每个过程.讲解实验过程中,可将实验过程中的一些重点画面通过课件呈现,标记重点强调关键信息,加深学生对重点信息的关注,降低了外在认知负荷.如图3以“探究弹力与弹簧伸长量之间的关系”为例,要让学生动手实验时,可在课件上呈现注意事项,减少实验过程的盲目性,对学习目的更明确.运用多媒体能够插入图文或播放视频,可化抽象为具体,将枯燥无味的实验讲解变得形象生动.实验教学中,涉及到实验仪器(如打点计时器)的讲解时,将装置图配上各个部件的文字说明整合在一张课件中,同时使

用文本与图片会比单纯的使用图片效果更佳,这样的呈现形式能够使学生更直观更深刻地了解仪器的各部分构造,学生能够从文字与图片上同时加工相关信息,有效扩大认知容量,减少学习者总的认知负荷.

#### 实验题目

- 一、实验目的
- 二、猜想
- 三、实验方法
- 四、实验原理
- 五、实验装置
- 六、实验过程
- 七、实验记录
- 八、数据处理
- 九、实验结论

图2 实验过程



注意事项:

- 1.注意尺子的摆放位置,读数的时候要记得**估读**,估读到**0.01 cm**
- 2.缓慢挂上重物后等弹簧处于静止时再读数.
- 3.建立平面直角坐标系时,单位长度所代表的量值要适当,不可过大,也不可过小.
- 4.根据数据描点在图上,根据这些点的位置画一条**光滑的直线**,尽量使各点落在描画出的线上,少数点分布于线两侧.

图3 弹力实验及注意事项

教师要合理设计课件,减少冗余信息,直观精确地呈现实验内容,更高效地传递学习信息,减少外在认知负荷,提高教学效率.

## 2 自主动手探究 降低内在认知负荷

内在认知负荷是由所学教材内容本身的复杂程度所决定的,带有固有性.物理知识本身就带有难度,需要有较强的理性思维,学生在学习时内在认知负荷一般较高,因此,我们只能在设计时尽量降低难度.教师如果没有合理设计教学方案,照搬书本知识讲授实验,就会占用较多的知识加工资源,增加内在认知负荷,阻碍学生学习.认知水平不同,相对难度也会不同,教师在设计实验时要考虑到学生的认知水平,当实验难度大时,内在认知负荷就会越高<sup>[5]</sup>.内在认知负荷过高,就会导致学生学习困难.

实验越复杂,涉及到的物理思想就越多,加工的要求就越高.进行实验教学时,可适当地让学生自己

动手探索出实验方案,降低实验教学的难度,降低学生的内在认知负荷.在高中“探究滑动摩擦力大小与物体间压力、接触面的粗糙程度关系”这个实验中,高中生有一定的自主探究能力,故可以给学生分发器材让他们动手组装,不断探索出可行性高的实验方案,要保证物体稳定且又能受到摩擦力,联想到静止物体也能受到摩擦力,且实验时只要保证下面木板运动即可,为了便于读数可通过滑轮将弹簧测力计挂于竖直方向,装置如图4所示.相比于直接呈现装置讲解实验,让学生动手探究,更能让学生体会到实验中包含的思想,降低学生理解实验上的难度,有效地减少了内在认知负荷.

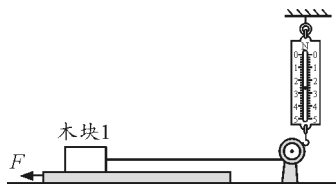


图4 高中摩擦力实验装置图

在教学中,通过深入分析教材,根据学生认知水平,适度让学生动手探究,自主思考降低理解上的困难,降低内在认知负荷,促进知识的学习.

### 3 创设探究情境 增大关联认知负荷

关联认知负荷,是指学习过程中帮助图式的构建和图式自动化,对学习是有促进作用.在实验教学中教师能否激发学生的学习热情是关键,实验能够激发学习欲望,帮助学习者更好地掌握所学知识,形成图式自动化,提高关联认知负荷.如果教师不注意加强知识之间的联系,学生会因无法将零散的知识具有逻辑性地关联起来,图式的构建遇到阻碍,降低关联认知负荷.关联认知负荷低,不能促进学生对知识的深层理解<sup>[6]</sup>.

在实验教学中,应创设实验探究情境,让学生多维度理解知识,帮助构建图式.在牛顿第一定律一节中,为了让学生能够意识到亚里士多德观点是错误的,往常教师都是口头带过伽利略理想实验,缺乏真实体验感,无法让学生真正体会伽利略科学探究过程,只会让学生被动地接受结论,不利于在知识间搭建桥梁,关联认知负荷较低.为了能让学生主动探索新知识,教师制作教具模拟理想实验,如图5所示,通过每次不断减少右侧斜面坡度,小球还是会沿斜

面上升到与原来下落点等高的位置,直到右侧变为水平面,小球因无法达到相同高度而一直滚下去,得出结论——力不是维持物体运动的原因,此过程让学生体会到科学探究过程,见证了知识的发展历程,促进知识图式的构建,增大了关联认知负荷.

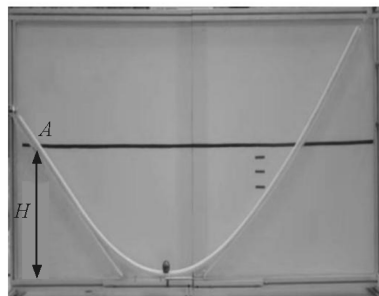


图5 伽利略理想实验

在实验教学中,通过情境的创设能引起学生注意,可以尝试使学生更加积极主动地参与到实验原理和过程的讲解中,帮助学生自主构建知识,完善知识结构,提高相关认知负荷,加强关联认知负荷,提高学习效率和质量.

## 4 总结

物理是一门以实验为基础的学科,在教学中应注重实验教学部分.认知负荷理论的提出给物理实验教学提供方向,在该理论的指导下,选择适当的实验器材,优化学习材料呈现方式,减少外在认知负荷;根据学生的认知水平,适度让其自主动手探究,降低理解知识上的困难,降低外在认知负荷;创设实验情境,帮助构建完整知识体系,加强关联认知负荷,使实验教学效果更高效更有质量.

### 参考文献

- 张慧,张凡. 认知负荷理论综述[J]. 教育研究与实验, 1999(04):45~47
- 周绪桂. 优化物理实验教学 提升学生核心素养[J]. 物理通报, 2020(05):48~50
- 刘振武,胡银泉. 基于认知负荷理论的阿基米德定律实验设计[J]. 物理教师, 2017,38(09):45~47
- 徐奋奋. 基于认知负荷理论的多媒体教学设计与呈现[J]. 吉林广播电视大学学报, 2019(08):53~55
- 董斌. 认知负荷理论对物理教学设计的启示[J]. 物理教学探讨, 2011,29(09):70~72
- 宋桂云. 认知负荷理论下初中物理翻转课堂教学探析[J]. 中学物理教学参考, 2019,48(18):59~60