

# 中学生物理概念理解能力的进阶设计

——以浮力概念为例

丁建楠

(咸阳市西咸新区秦汉中学 陕西 咸阳 712000)

(收稿日期:2019-10-18)

**摘要:**在物理学习中,要培养学生的物理核心素养,则首先要学会物理观念的构建,因此学生对概念的理解至关重要.通过采用我国学者在层级复杂度和知识整合等认知理论的基础上提出的科学概念理解发展的层级模型,尝试构建出浮力概念理解体系分析表.并利用此分析表,以浮力概念为例进行概念理解能力的进阶分析,并用实验和问题帮助学生突破进阶,从而达到对浮力概念最高层级“整合层级”的理解.同时,教师也可按照科学概念理解发展的层级模型,进一步为课程开发和教学设计以及作业分层布置提供参考.

**关键词:**物理概念 学习进阶 概念理解

## 1 引言

学生发展核心素养提到的“关键能力”是整个基础教育阶段培养工作的关键点.能力一词既是当代教育研究术语同时也出现在心理学上.目前得到广泛认可的能力的概念则是德国著名心理学家弗朗茨·维纳特给出的:“个体自身具备的或通过学习掌握的、可用以成功且负责任的解决问题的知识、技巧、态度、意志和社交手段.”<sup>[1]</sup>在我国,教育心理学领域的学者对能力与各学科学习的融合——即学

科能力的构建,也在不断地进行研究,同时也取得了阶段性成果.在新一轮的初高中课程改革工作中,很明显在生物、物理、化学等学科中注重以科学思维为主的学科核心素养的培养.

物理核心素养的培养首先是物理观念的构建,因此学生要掌握学科核心概念.近年来,学科核心概念成为中外科学教育研究的热点问题之一.学科核心概念是学生科学认识发展的核心.美国《新一代科学教育框架》中提到,学科核心概念指该学科最高度概括、最具代表性的概念,在不同的学段都具有学

差异,没有提供分享质疑的平台.久而久之课堂教学就朝着教师既定的方向进行.发掘质疑,创造质疑,需要教师形成正确的教学观念,重视真探究,关注探究过程中出现的差异,善于分析解惑.

根据科学结论,工程上制成了电磁铁.要得到一个更实用的电磁铁,我们又要做哪些方面的考虑呢?如铁芯要易磁化,为此我们把铁芯制成条形或蹄形.要实现电流通断控制磁性的有无,铁芯材料消磁要快,为此一般用软铁或硅钢做铁芯材料.这些问题也是对课本探究内容的深化,可以让学生认识到从科学结论到科学应用还需要有更多的考虑.具体过程也可以通过实验活动比较不同材料的性能,释疑材料的选择.

当然质疑绝不是不经大脑思考的瞎怀疑,瞎提问,而应该是站在更高的立场看待一个更新的问题.

教师要善于提炼、创造质疑,引发更多的探讨.在释疑的过程中,充分发挥学生的能力,查资料,小组讨论,请教师长,在解决一个问题的过程中学会了解决更多的问题.在质疑、释疑过程中学会学习,真正地提升自己的核心素养.

## 参考文献

- 1 林崇德.21世纪学生发展核心素养研究[M].北京:北京师范大学出版社,2016.01~20
- 2 梁旭.认知物理教学研究[M].杭州:浙江教育出版社,2011.42~46
- 3 郭玉英.从三维课程目标到物理核心素养[J].物理教学,2017(11):02~08
- 4 郭奕玲,沈慧君.物理学史[M].北京:清华大学出版社,2005.90~130
- 5 魏萌.实验探究对促进中学物理课堂教学的探索[J].物理通报,2019(10):08~10

习与探究的意义,是该学科的主干部分.通过对这些概念的掌握,学生能够搭建起该学科的发展体系,领悟该学科的本质.相比于学科中众多而又散乱存在的事实或技能,掌握学科核心概念能很大程度上减轻学生的认知负担,帮助学生更深入地探索更重要的观点和规律,了解更复杂的观念,建构学科体系,培养学生对科学的整体认识<sup>[2]</sup>.“学习进阶”是指学生在某个学段探究某一主题的过程中,所遵循的连贯的、逐渐深入的思维路径的描述.就像盖房子一样,在不同的学段和课程标准的要求下,学生尽全能所能盖起的房子高度.一旦教师对核心概念的学习进阶处理得不好,就会导致学生对核心概念的理解不到位,从而影响整个学科的学习.

## 2 中学物理概念理解能力的进阶

在整个中学物理学习阶段,有大量的琐碎的物理现象和物理事实,导致学生的学习任务繁重而又凌乱.其实物理学是由事实、概念、规律与方法构成的系统化理论体系,本身具有内在统一性.因此学生要学好物理,首先需要教师在物理教学中应该选择并围绕“少而精”的学科核心概念进行教学.概念学习的深入是一个进阶过程,随着学科核心概念的学习进阶而分阶段进行.在这里采用我国学者在层级复杂度和知识整合等认知理论的基础上提出的科学概念理解发展的层级模型,如表1所示<sup>[3]</sup>.

表1 科学概念理解发展的层级模型

层级	层级描述
经验	学生具有尚未相互关联的日常经验和零散事实
映射	学生能建构事物的具体特征与抽象术语之间的映射关系
关联	学生能建构抽象术语和事物数个可观测的具体特征间的关系
系统	学生能从系统层面上协调多要素结构中各变量的自变与共变关系
整合	学生能由核心概念统整对某一科学观念(例如物质观念、能量观念等)的理解,并建构科学观念间和跨学科概念(例如系统、尺度等)之间的联系

## 3 浮力概念理解能力的进阶设计

以初中物理苏科版“浮力”概念教学为例,浮力

概念在整个初中物理中是比较重要且偏难的知识.在课程标准中对浮力概念有着这样的要求:通过实验,认识浮力;探究浮力大小与哪些因素有关;知道阿基米德原理,运用物体的沉浮条件说明生产、生活中的一些现象.基于课程标准的要求,按照层级结构对浮力概念知识进行梳理,利用问题的方式,得到浮力概念理解体系分析如表2所示.

表2 浮力概念理解体系分析表

层级	浮力理解	问题描述
经验	生活中的浮力应用及现象	生活中哪些例子利用了浮力?
映射	浮力的概念	什么是浮力?在水中下沉的铁块受浮力吗?
关联	影响浮力大小的因素	哪些因素能够影响浮力的大小?如何探究你的猜想?
系统	浮力产生的本质;浮力大小的计算	浮力产生的本质原因是什么?浮力有几种计算方法,分别是什么?
整合	物体的沉浮条件;浮力与其他力的综合应用	物体的沉浮条件是什么?一个物体受到浮力及其他力,如何判断其运动特征?

教师在课前用浮力概念理解体系分析表对学生进行测评,发现大多学生能够说出氢气球、轮船等例子是利用了浮力知识,关于什么是浮力?沉在水底的铁块受浮力吗?一部分答不出,也就是说学生对浮力概念的理解只是到“经验”层级.因此,教师在浮力教学中应着重后面4个层级的概念构建.

由课前测评可知,学生已经知道生活中一些应用浮力的例子,因此便能自行总结出浮力的概念:一切浸在液体或者气体中的物体都会受到向上的力,称为浮力.但是部分学生对概念的理解流于表象,对此教师在教学过程通过引入新的情境和问题,拓展原有概念的内涵和外延,促进学生对浮力的理解.教师设计问题:那么在水中下沉的铁块受不受浮力?如何利用弹簧测力计进行实验探究?在设计实验时如何测量铁块所受的浮力大小?通过这3个问题的探究,学生就能全面理解浮力概念.同时在如何测量出铁块所受的浮力大小这个问题中,学生要运用到

前面所学的受力平衡的知识,因此很自然地将浮力纳入到整个“运动与力”体系当中,同时进一步理解“牛顿第一定律”这个核心概念.

在探究“水中下沉的铁块受不受浮力?”的过程中,会发现浮力的大小在发生变化,这时教师抓住这个现象,提出问题:铁块在下沉过程中的浮力会发生怎样的变化?这时学生顺着刚才的实验设计思路,探究“浮力的大小与物体浸入液体的深度有关吗?”在这个探究过程中让学生理解“物体排开液体的体积 $V_{排}$ ”与“物体自身的体积 $V_{物}$ ”的大小关系,同时明白浮力的大小与物体浸入液体的深度无关,其更准确的表达应该是“浮力的大小与物体排开液体的体积有关”.再接着运用控制变量的方法去探究其他可能的因素对浮力的影响.到此阶段,学生对浮力概念的理解到了关联层级.

至此,我们认识浮力和分析浮力都是从生活和实验现象来分析的,还没有认识到浮力产生的本质原因.这时教师可引导学生从压强的角度去思考:正方体物块浸在液体或者气体中,它所受到的压强如何计算?会导致物体产生什么样的效果?让学生从压强的角度去理解浮力的本质就是物体受到的上下的压力差产生的效果,将浮力归纳到压力之中,同时掌握浮力的另外一种计算方法:当物体为规则物体时,其浮力的大小为物体受到的上下压力差.之后通过实验来验证阿基米德原理,从而了解浮力的第三种计算方法原理法: $F_{浮力} = \rho_{液} g V_{排}$ .

在学习物体的沉浮条件时,教师仍以提问的方式来让学生思考:浸在液体中的物体,可能有几种运动状态?对应的受力应该是怎样的?学生结合“运动与力”的关系从而得到不同的运动状态下浮力与重力的大小关系,再接着利用密度来表示重力,用阿基米德原理表示浮力,将浮力与重力的关系式展开,从而得到物体在不同的沉浮状态时物体密度与液体密度的关系.此过程教师均是通过问题引入及公式引导,让学生推导出物体的沉浮条件,进一步帮助学生从“运动与力”的高层面去认识浮力.

在科学概念理解发展的层级模型的理论指导下,尝试构建出浮力概念理解发展的层级,并按照此

层级的高低发展顺序,找出低层级向高层级的进阶点,并以此进阶点为设计的关键,帮助学生顺利地完 成对浮力概念的发展理解,促进学生概念理解能力的形成.同时在整个进阶设计过程中紧紧地围绕核 心概念“牛顿第一定律”,帮助学生将浮力纳入到“力 与运动”主题中,从而更好地理解力与运动的关系. 分析“浮力概念”的“进阶”主线可以发现,难度递进 只是学生科学概念发展的一种表象,而复杂度的增 进才是科学概念学习进阶的核心变量.

#### 4 总结

科学概念理解发展的层级模型从发展心理学和 认知科学的相关理论的角度构建出来,教师结合具 体的教学内容来拓展和深化学习进阶研究中的进阶 变量的选取与设计工作.也就是说,按照选取和设计的 进阶变量,描述出在不同发展阶段的学生所能完 成的任务能力,进一步为课程开发和教学设计提供 参考.同时可以根据不同的层级目标,设计出不同等 级的习题,为学生的分层作业练习提供有力支持.

真正的科学概念的学习过程是复杂的,学生核 心素养中“能力”的培养是多个因素交互作用的结 果,常常是在某一主题下有多个关键能力的培养,某 一关键能力的培养则要在许多主题下按难易程度不 同反复进行渗透<sup>[4]</sup>.在这种多维度、多方面的融合发 展上,现有的概念理解进阶研究才刚刚起步,我们按 照提出的层级模型尝试的进阶教学设计也只是一个 探索性的尝试,此研究仍需要进一步丰富和发展.

#### 参考文献

- 1 Weinert, F. E. Concepts of competence[R]. Neuch tel: Organization for Economic Cooperation and Develo-pment, 1999
- 2 李春艳. 中学地理课程中的概念建构与学习进阶[J]. 课程·教材·教法, 2016, 36(4): 39 ~ 41
- 3 姚建欣, 郭玉英. 中学生科学理解能力的进阶模型——以能量概念为例[J]. 天津师范大学学报(基础教育版), 2018(1): 66 ~ 72
- 4 张玉峰, 郭玉英. 围绕学科核心概念建构物理概念的若干思考[J]. 课程·教材·教法, 2015, 35(5): 100