

力学教学中启发式单元结构教学法的探索与实践

吴志颖, 张代丰

(渤海大学 物理系, 辽宁 锦州 121000)

摘 要:针对力学教学中存在的问题,结合学生和课程本身的特点,本文对启发式单元结构教学法进行了理论和实践两方面的探讨。指出:单元结构教学法符合现代教学理论和发展认识论的基本观点,有利于学生对力学知识结构认识和自身认知结构的扩展、更新和重建,有利于培养学生的逻辑思维能力。

关键词:知识结构;发展认识论;认知结构;单元结构教学

中图分类号:D312

文献标识码:A

文章编号:1673-0569(2008)03-0258-06

一直以来,在力学教学中存在这样一种现象:无论在课堂教学(规定学生可以在教师授课过程中,对不理解的问题举手提问)还是在课后答疑中,很少有学生提出问题,学生似乎掌握了课程的基本内容;但在解决实际问题中却表现出他们对基本概念和规律的理解不深,对所研究问题的物理过程分析不透,解决问题的思路不够清晰,更不善于举一反三和灵活运用;虽然能够完成教师布置的作业,但往往是匆忙应付了事,并没有真正理解、消化和巩固知识,遇到较复杂情况或覆盖几个知识点的综合问题时便无从下手;当后继课程中涉及到力学内容时,往往比较生疏,甚至对一些基本概念都模糊不清。

造成以上现象的原因是多方面的,但从教学过程来看,主要是由于在力学教学中,学生只是被动地接受各种理论的灌输,忽视对概念、规律间的逻辑结构,物理思想和科学方法等方面内容的理解,不能积极主动地参与到如何应用所学知识的分析讨论中去,结果导致学生对所学概念、规律间的逻辑有序关系认识不清,没有在头脑中形成完整的学科知识结构,思维过程中缺乏全面性、深刻性和创新性。学习中表现为不善于提出问题,解决问题的思路不清,综合分析能力较差,学过的知识也难以巩固。

针对上述分析可知,改变力学教学方法是解决这些问题的关键。为此,在力学教学中尝试采用启发式单元结构教学法,取得了一定的成效。

1 理论探讨

单元结构教学法是在现代教学理论——“知识结构理论”的基础上派生出来的。它依据整体性原理,与揭示系统结构这一现代科学认识论的观点相一致。

“知识结构理论”是20世纪以来具有代表性的现代教学理论之一,是由美国心理学家、教育家J. S. 布鲁纳于60年代初期提出来的,其中心思想是强调教学过程中把握学科的知识结构。他认为“不论我们教什么学科,务必使学生理解该学科的知识结构,这是应用知识方面的最低要求。”教学“与其说是使学生理解掌握学科的基本事实和技巧,不如说是教授和学习结构。”布鲁纳还强调:“掌握事物的结构,就是允许以许多别的东西与它有意义地联系起来的方式去理解它。简单地说,学习结构就是学习事物是怎样相互联系的”。^[1]在他看来,理解学科的知识结构是整个教学的中心。

收稿日期:2008-03-02

作者简介:吴志颖(1963-),女,硕士,副教授,从事理论物理研究。

那么,何谓学科的知识结构呢?就物理学而言,它是物理学习内容中基本概念、基本规律、基本观念和基本方法的组织形式和相互联系。^[2]包括物理概念、规律间的逻辑体系,物理观念,物理学方法三大组成要素。其中,概念、规律间的逻辑体系就是教材中的知识体系,它是物理知识结构中的核心部分,是掌握和理解完整知识结构的前提;物理观念和物理学方法是物理学的实质和精髓,它们与逻辑体系有机地联系起来,形成完整的物理知识结构。以普通物理经典力学为例,其完整知识结构如图1所示。^[3]

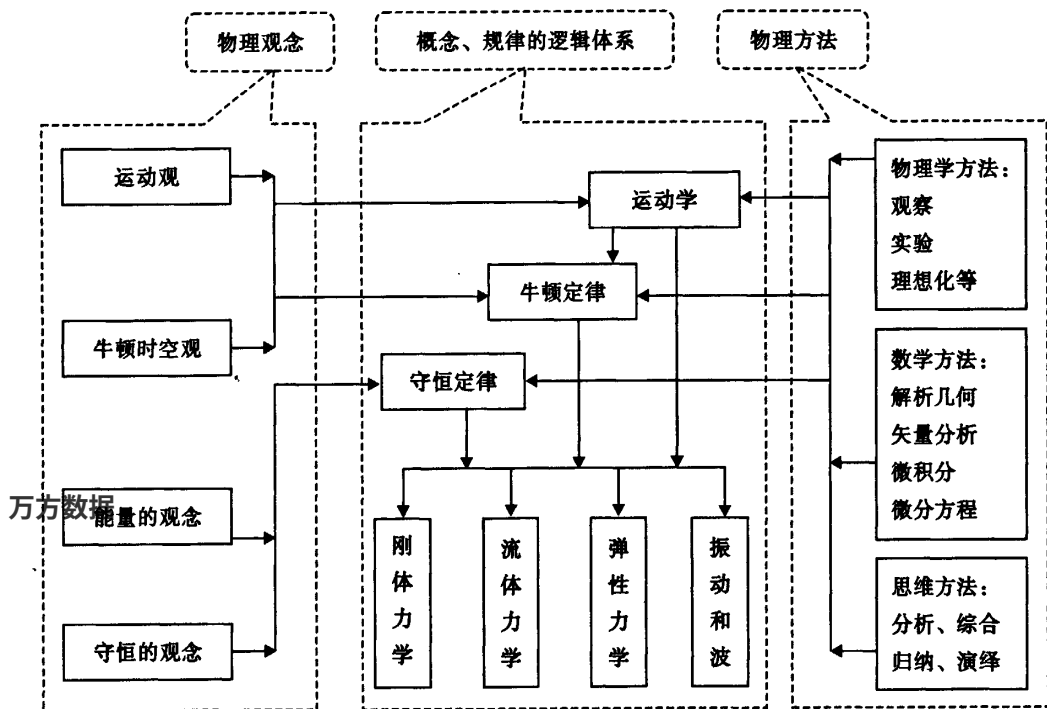


图1 普通物理经典力学知识结构图

物理知识结构是物理学习理论和教学论中的一个重要概念。透彻理解这一概念对实施结构教学具有重要的意义。

首先,物理知识与物理科学结构不同。物理知识结构是在教育过程中提出的概念,直接反映的是物理学习的内容;物理科学结构是物理知识元素所组成的具有相互联系、相互作用的组织形式,反映的是物理科学的内容。物理学习内容与物理科学内容相比既有联系,又有区别。首先,物理学习的内容取材于物理科学的内容,物理科学的不断发展和分化促进物理学习内容的不断扩展和专门化,前者依赖于后者而存在;其次,物理学习内容一般是经教材编审者或教师选择、整理后的物理科学内容,与物理科学内容相比具有范围的可变性、知识的基础性和结构的有限性三个主要差异,反映了物理学习内容的基本特征。

其次,物理知识与教材知识体系不同。教材知识体系是教材对知识体系的总体设计和主干布局,是教材中所包含的知识点的位置与层次。物理科学的内容变换成物理学习的内容,可以由不同的变换方式,反映在教材上,就形成了多种不同特色的教材知识体系,这其中也包含了教材的思维逻辑结构和实验结构。但比较而言,物理知识结构还蕴含着物理观念和物理方法方面的因素,是多种元素的相互作用和相互关系组成的整体,更全面体现了结构的特点。

最后,物理知识与物理认知结构不同。物理知识结构是客观的,教学内容和教材一经确定,知识结构也就完全确定了,它是存在于学生头脑之外的、不以学生意志改变的客观实在,是学生要学习和掌握的内容之一。而物理认知结构是学生头脑中拥有的物理知识结构,是学生对物理世界观念的内容和组

织。^[4]物理知识结构是物理认知结构的客体,是形成物理认知结构的基础;但物理认知结构决不是物理知识结构的简单复制,而是知识结构在学生头脑中的反映和重新组合,具有鲜明的主观性、变异性和自我组织性。

另外,发展认识论的研究也指出,中学阶段人的认识可能达到直觉运演阶段,对应教育模式的特点是“重视猜测,顿悟中学”,其基本教育过程为:问题—假设—推演—验证—反馈。这一阶段,发展智慧的关键是重视直觉思维。它是以整个知识为背景的直接而迅速的认识,具有整体、跳跃、猜测和非逻辑的特点,有助于快速而准确地解决问题。

大学时期人的认识可能达到结构运演阶段,对应教育模式的特点是“重视结构,转换中学”其基本教育过程为:整体—分析—组合—结构—转换。这一阶段,发展智慧的关键是重视学科结构。强调从学科的概念、原理、方法及其相互联系形成的整体上把握学科知识,解决实际问题,并及时应用“转换”的方法,构建新的学科结构。^[5]

可见,在力学教学中引入结构教学法是符合现代教学理论和认识理论的。

2 实践应用

实施单元结构教学的宗旨是让学生更好地认识和掌握力学知识的体系结构,把握物理概念、规律之间的内在联系,透彻理解各部分知识在整个知识体系结构中的地位和作用,发展学生的逻辑思维能力。

单元结构教学法的具体过程包括:划分单元、制定单元教学目标和教学结构框架、进行单元结构教学、归纳设计单元知识结构详图、单元知识测试及问题反馈等六个部分。

2.1 划分单元

根据《力学》课程的教学要求和教材特点,将整个教学划分为七个教学单元,即绪论(第一章)、质点运动学(第二章)、质点动力学(第三、四、五、六章)、刚体力学(第七章)、弹性体力学(第八、九、十章)、流体力学(第十一章)和相对论简介(第十二章)^[6]。其中“绪论”单元是教学中必不可少的环节,通过讲授使学生对所学课程的性质、任务、主要内容、研究的基本前提和方法、发展历程及其与其它学科间的关系等有一个大致的了解,即可以明确了该课程与中学力学的关系,又可以把握学科的主要内容,增强学习的目的性,提高学习效果。

2.2 制定单元教学目标和教学结构框架

根据教学大纲,制定出各单元的教学目标、重点和难点。用知识结构简图粗略指出本单元知识体系间的框架结构,使学生从宏观上初步了解本单元的研究内容、对象、思路及方法,增强学生学习的主动性和自信心,做到“心中有数”,促使学生与教师思维同步,起到提纲挈领的作用。另外,必要时可通过学前测试等方式了解学生对学习新单元知识所必备的旧知识的掌握情况,使教学更加有的放矢。

2.3 进行单元结构教学

《力学》课程体系中的问题常常是按照由易到难、由浅入深的顺序向前发展的,学生的认识过程也同样是由简单到复杂的逐步深化的过程。因此,在单元教学中应遵循循序渐进的原则组织教学,使学生有效地掌握系统知识,发展严密的逻辑思维能力。具体可根据教学内容,采用讲授、实验、讨论、练习、测试等不同方式进行。如基础性章节采用讲授和演示相结合的方式,帮助学生理解记忆提高学习兴趣;理论性、综合性较强的章节采用启发式导学,由教师根据教材内容提出若干问题,引导学生带着问题思考、学习和领会;非重点章节则采用学生自学、自讲与教师辅导相结合的方式,鼓励学生参与主动学习,积极思考,营造一种良好的学习氛围和学习风气,同时也锻炼了学生的语言表达能力。

实践中发现,传统教学方式的一般过程是先讲授基本概念和定理,再推导一些公式,最后运用这些公式来求解习题。这样的知识传授过程与科学发展的真实过程相违背,不利于对学生发现问题、分析问题和解决问题能力的培养,也很容易使学生感到缺乏新意。为此,采用启发式教学方式,将教学过程从传统的“灌”和“包”转变为“启”和“导”,启发学生自己思考、理解、消化和吸收,达到“自奋其力,自致其知”;引导学生由“记”转化为“思”,使学生真正做到“听要思、看(观察)要思、做(实验操作)要思、问要思、练要

思,”在展开充分的思维过程中获得系统的知识。如在角动量及其变化规律的教学中,以学生熟知的地球绕日运动为切入点,运用已有的万有引力知识和开普勒行星运动规律进行分析,很容易得出地球在运动过程中的动量不守恒,动能也不守恒的结论,但为什么以太阳中心为参考点时,地球沿平面轨道运行,其位置矢量在相等的时间内扫过相等的面积。带着疑问,师生共同对地球的运动规律进行数学描述,一个新的物理量——角动量“浮出水面”,与其相关的物理量——力矩,以及表征二者关系的角动量定理、角动量守恒定律也“相伴而生”,形成了一个完整的知识链条。这种源于问题,并在解决问题过程中建立概念、定律的教学方法便于学生更好、更容易地理解和掌握系统知识。

2.4 归纳设计单元知识结构详图

物理知识结构是物理教学的核心,也是物理学习的重点。掌握知识结构有助于从总体上把握知识,使学生更容易地理解学科的知识内容,实现知识的正迁移;有助于知识的记忆和再现,使学生学到的知识以一定的结构方式和逻辑体系有机地联系在一起,促使大脑对整个事物的记忆;有助于增强所学知识的有序性,为进行创造性的思维打下良好基础。

单元知识结构的分析程序是:找出知识点——对各知识点进行逻辑结构分析——画出知识点间的逻辑框图(常以矩形框表示知识点,框间的箭头表示知识点间的逻辑关系)。

归纳设计单元知识结构详图是对学生的一项重要训练,是掌握概念、规律间逻辑体系和形成完整的物理知识结构的一种有效学习方式。通过课堂师生共同讨论、小组推举代表上台讲解、学生独立归纳做出详图后上交等不同形式完成。经过一个学期的训练,学生对力学知识结构有了比较清晰、全面的认识,促进了自身认知结构的不断扩展、更新和重建。

2.5 单元知识测试

为全面检查单元教学目标的完成情况,在单元授课结束时适时组织测试,了解学生的学习情况和反馈教学效果,从而改进教学过程和教学方法,以期达到最佳状态。同时,促使学生及时寻找学习中的差距,调整学习方法。单元测试的重点在于了解学生掌握知识的程度,题目要体现基础性、广泛性、准确性和灵活性,题型主要为填空题、选择题、判断题、简答题和计算题五种,以此准确判断学生学习中存在的缺陷和困难。单元知识测试的成绩按一定比例计入学科总成绩中,改变“一锤定音”的做法,全方位、多角度、较准确地反映学生在各个单元掌握知识的实际水平和综合能力。

2.6 问题反馈

针对单元测试中存在的问题,采用个别答疑或课堂集体讨论的方式解决,重点放在对物理过程的分析 and 解题方法的指导上。

总之,单元结构教学法有助于学生解除中学阶段“直线式推理”的思想束缚,建立动态的、理性化的科学思维模式,为发展学生的创造性思维提供一个良好的思维空间,实现由“直觉教育模式”向“结构教育模式”的转变。

3 效果总结

根据理论探讨和对实际状况的了解,从06级开始,在大学生《力学》课程中实施启发式单元结构教学法,取得了一定成效。主要体现在以下两个方面:

3.1 重视归纳形成知识结构框图训练,深化和完善学生的认知结构

从认知心理学的普遍意义上看,“所谓认知结构,就是学习者头脑里的知识结构。”^[7]学生学习的过程就是其认知结构不断扩展、更新和重建的过程,即在接受新知识时,人脑经过对新知识的加工、组织、简化记忆、有意义遗忘、系统化重建及应用等过程,原有的认知结构会演变为更加清晰牢固的新的知识结构。因此,训练学生在理解的基础上归纳、画出完整知识结构是发展认知结构的关键。以第四单元——刚体力学的教学为例,它是由质点向质点系统拓展后的重要应用,学生在学习的过程中既要利用认知结构中已有的观念,亦即储存在头脑中的概念、命题等旧知识去固定新学习的知识,又要利用新旧知识的相互联系、相互作用将客体的新知识纳入主体认知结构中,使认知结构得以改造或重新组织。如图2

所示。

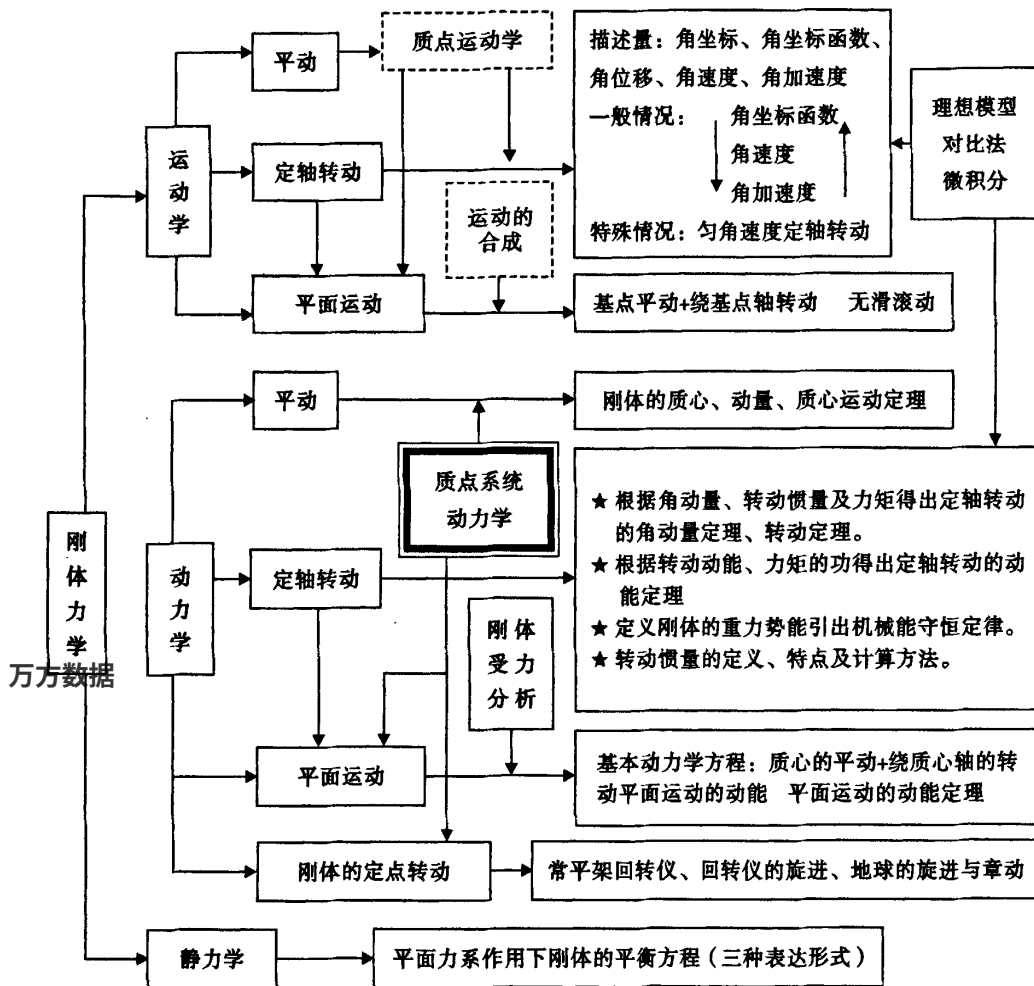


图2 刚体力学单元知识结构框图

这一单元的知识结构图采用课堂上教师与学生共同讨论设计、课后学生整理完成的方式进行。讨论中尽量引发学生思考、在头脑中搭建知识框架、建立联系，教师则按照学生的表述在黑板上画出结构图。随着讨论的深入，结构图中的知识点和彼此间的联系越来越全面、清晰，新知识(实线框图)与旧知识(虚线框图)之间的延续性和可比性也越来越明确，使学生从知识结构上彻底弄清了刚体力学与质点力学的区别和联系，从对比分析中透彻理解了在物理量、物理概念、物理定律及分析计算方法等方面刚体定轴转动与质点运动间的一一对应关系，为知识的迁移、应用、创新打下坚实的结构基础。

当然，每个学生都有自己独具特色的认知结构，画出的知识结构图也不尽相同。教学中应注意发挥学生的个性，避免千篇一律。

3.2 通过解答物理问题，培养学生分析和综合的思维能力

解答物理问题的过程是知识的重组过程。学生一旦掌握了解答物理问题所采用的分析与综合的思维方法，就可以扩大和加深对知识的理解和应用，并建立相应的认知结构；如果掌握了较多的解答物理问题的思维方法，那么将会建构一种能够提供大量灵活应用知识成分的认知结构，这种认知结构经多次运用与实践将内化为解决问题的能力。^[8]因此，通过典型问题的讲解及单元知识测试，有步骤地让学生掌握一些具体的、常用的分析与综合思维方法也是力学教学的重要环节，这对大学一年级的学生来说尤

为重要。

在高中物理学习过程中,大量的练习、测试是多数学生掌握知识的主要手段和方法。进入大学后,其学习习惯不可能随着迈入大学校门而自然发生改变,需要有一个训练和过渡的过程。单元知识测试即利用了学生已有的学习习惯,发挥直觉思维中快速、准确的优势,又训练了学生分析与综合的逻辑思维能力,是内化建构学生认知结构的有效途径,较好地解决了学生“上课听得懂,解题无思路”的问题。教学中针对二、三、四、五单元共进行四次单元测试,并以20%计入期末总成绩。与前几届学生相比,学生对力学的认知程度和解决问题的能力都有所提高,从期末总成绩的比较(见图3)中可以明显看到这一点。

总之,在力学教学中采用启发式单元结构教学法,一方面可以使学生在头脑中形成清晰、完整的网络化认知结构,获得对经典力学理论的整体把握,提高解决力学问题的能力。同时,也为学生在思维方法和学习习惯上顺利实现从中学到大学的过渡提供帮助,为后继课程的学习奠定基础。

参考文献:

万方数据

- [1]吴式颖.外国现代教育史[M].北京:人民教育出版社,1997:197-230.
- [2-4]阎金铎主编,梁树森著.物理学习论[M].南宁:广西教育出版社,1996:59-110.
- [5]阎金铎主编,查有良等著.物理教学论[M].南宁:广西教育出版社,1996:25-27.
- [6]漆安慎,杜禅英.基础物理教程—力学[M].北京:高等教育出版社,1980.
- [7]邵慧珍编者.教育心理学——学与教的原理[M].上海:上海教育出版社,1983:144.
- [8]杨燕.略谈大学力学教学中思维能力的培养[J].云南师范大学学报,2000,1(4):25-26.

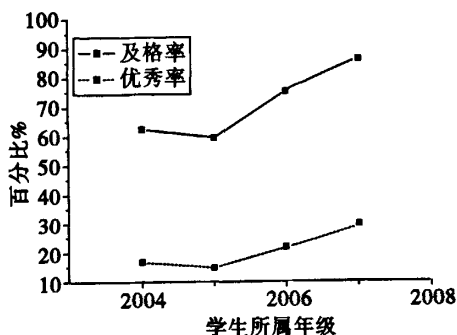


图3 历届学生《力学》课程及格率和优秀率比较

Exploration and practice of heuristic unit Structure teaching methods in mechanics teaching

WU Zhi-ying, ZHANG Dai-feng

(Deptment of Physics Bohai University, Jinzhou 121000, China)

Abstract: Aiming at mechanical problems that exist in teaching, combining student's characteristics with curriculum, this paper probes into the theory and practice of the heuristic unit stucture teaching methods; the unit structure teaching methods are in accordance with the basic viewpoint of modrrn teaching theory and development epistemology, and are conducive to the students on understanding the mechanical structure of knowledge and expanding, updating and reconstructing their own cognitive structure, doing good to training student's ability in logic thinking as well.

Key words: structure of knowledge; development epistemology; cognitive structure; unit structure teaching