

大中物理衔接教学中加强形成性评价的思考 ——以“热力学第一定律”为例

刘小贤¹, 卫蓉蓉², 唐春红³

(1. 南京师范大学物理科学与技术学院, 江苏 南京, 210046;

2. 南京航空航天大学附属高级中学, 江苏 南京, 210007;

3. 南京工程学院数理学院, 江苏 南京, 211167)

摘要:随着高考的改革,各地考生高中物理基础不一致,研究高中和大学物理教学衔接问题颇具意义。以84名大二学生为研究对象,通过前后测、练习题及课堂授课的针对性教学模式进行大中物理衔接的教学研究。研究表明,发挥形成性评价诊断学情、教情和改进,有利于大中物理教学衔接。

关键词:形成性评价;大中衔接;热力学第一定律;物理教学

中图分类号:G642

一、研究背景及研究意义

大学物理是大学理工科专业的基础课程,但是随着高中课程以及高考的改革,大学物理与高中物理之间的衔接问题越来越突出。高中物理课程分为必修模块和选修模块,其中,选修模块分别对应热学、力学和电磁学、原子学的相关内容。不同省份物理高考没有统一,导致不同省份学生的大学物理先修知识之间存在差别,部分学生高中知识与大学知识之间存在断层,这对教师教和学生学都具有很大的挑战。

为了解决大中物理教学内容衔接问题,我国的学者做了大量的研究和实践。于军等学者对高中与大学两个阶段热学部分、电磁学部分教学内容的衔接做了详细探讨^[1-2];王琴妹等学者通过对调查试卷的分析提出要了解学生学习情况,加强教学的针对性^[3];施建青等学者针对高中阶段未学习相关内容的学生进行大学物理预修课程的开设^[4]。

教育评价可以分为总结性评价(summative assessment)和形成性评价(formative assessment)。总结性评价主要是对学生在教学结束后的学习成

果进行评价和总结,并将分数用于报告、甄别和选拔等方面。形成性评价则是在教学过程中了解学生的学习掌握情况,并使用评价信息来改进教和学以促进学生对学习内容的掌握^[5]。目前,在大中物理衔接教学中如何加强形成性评价的研究较少。本文通过实践探究针对性教学的有效性,并为大中物理衔接教育加强形成性评价提供一条可行之路。

二、研究对象及方法

本文以理科专业班(化学专业)和工科专业(机械专业)2020级学生为研究对象,理科班40人,工科班44人,共84人,将两班根据“是否学过热学”各分为两组,实验组(未学过热学)有37人,对照组(学过热学)有47人。

SPSS(statistical product and service solutions)是国际公认的统计分析软件之一,用于教育学、社会学、医学等多个领域的计算和统计分析。为了调查学生的热学储备,本文采用诊断题来了解实验组学生的前概念;实施针对性教学后,采用后测题测试实验组对热力学第一定律的理解情况;利用SPSS对诊断试题的各题进行描述统计和交叉频率分析,

收稿日期:2022-10-07;修回日期:2022-11-08

基金项目:2021年度南京师范大学课程思政示范课程项目(2021KCSZ07)

作者简介:刘小贤,博士,副教授,研究方向为大学物理和物理教学论。

E-mail: 06170@njnu.edu.cn

引文格式:刘小贤,卫蓉蓉,唐春红. 大中物理衔接教学中加强形成性评价的思考——以“热力学第一定律”为例[J]. 南京工程学院学报(社会科学版), 2022, 22(4): 89-92.

得出实验组学生对热力学第一定律相关概念及应用的原有认知;利用 SPSS 对后测题的两组学生数据进行参数检验,研究针对性教学对实验组学生学习热学的影响。

三、研究思路及实施过程

以热力学第一定律为文本,在学习热力学第一定律之前,笔者通过诊断题了解实验组的知识水平,分析学生的认知情况;对学生的知识薄弱点进行讲解并辅以针对性练习题,弥补缺漏;最后以测题得分作为依据,评估两组学生对于热学的学习情况,以此来检验教学的效果。形成性评价教学的设计图如图 1 所示。

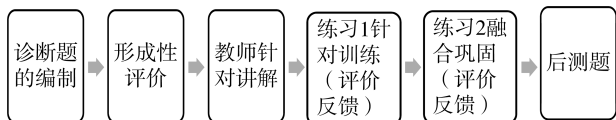


图 1 教学设计流程图

诊断题以热力学第一定律的相关内容为主,分为热学的基本概念、热力学第一定律的概念及应用 3 部分,可具体细化为 10 项:温度、内能、功、热量、过程量和状态量;热力学第一定律的概念及本质;等温与绝热、准静态过程的定性分析、正循环中对热量传递的判别、准静态过程的定量分析。即根据 10 个细化项目,形成 10 道测试题,并与专家进行讨论,最后形成诊断试题。每道试题都是不定项选择,目的在于完整呈现学生的想法。

两班学生开始学习热学前,教师给学生 30 min 的时间完成诊断题并在学生完成之后进行回收。利用 SPSS 分析出薄弱点之后,教师针对其中的薄弱点,列出自己整堂课的教学设计,采用讲授法、提问法和讨论法进行整堂课的内容。之后,教师以练习题的方式进行针对训练,共分为两次(表 1 和表 2)。练习 1 是根据前测分析得出的薄弱点和教师反馈情况,进行针对性出题。练习 1 题型多样,分为选择、填空、简答和计算,目的是巩固上课所学的知识,同时对学生的错误概念进行纠正,通过评价信息来改进教和学。练习 2 是学生学完热学部分后的综合练习,包含摩尔热容、热力学第一定律的灵活应用、循环效率 3 个知识点,目的是将学生所学的热学知识融会贯通,充分发挥形成性评价诊断学情和教情。

表 1 “练习 1”细目表

知识点	项目	分值
内能的概念和本质	1	5
过程量和状态量	2	5
等温与绝热	3	6
pV 图和热一的简单应用	4	10
pT 图	5	4
热一的综合应用	6	10

表 2 “练习 2”细目表

知识点	项目	分值
理想气体状态方程,内能公式	1	2
摩尔热容,准静态过程	1	4
热一的灵活应用	2	2
循环效率	3	2

四、结果分析

(一) 学生的前概念

为了进一步了解实验组学生的知识薄弱点,对他们的诊断试题进行分析,笔者通过 SPSS 对 10 道题进行频率分析,有些题进行必要的交叉分析(表 3、表 4)。

表 3 温度概念的频率表

测试选项	个案数/个	个案百分比/%
A 一个分子的动能	1	2.8
B 大量分子的动能	3	8.3
C 大量分子的平均平动动能*	25	69.4
D 分子热运动的剧烈程度*	21	58.3
总计	50	138.9

注: * 表示正确选项。

表 4 温度各选项的交叉表

选项	未选择 D	选择 D
未选择 C	1(2.8%)	10(27.8%)
选择 C	14(38.9%)	11(30.5%)
总计	15(41.7%)	21(58.3%)

以题 1“温度”概念为例,该题测试学生对“温度”基本概念的认知情况。根据表 3 可知选择 Q1. C 的人数占总人数的 69.4%,选择 Q1. D 的人数占总人数的 58.3%,其余两个错误选项的几乎没人选,可见学生对于温度基本不存在错误概念。但由表 4 可知,既选 C 又选 D 的比例为 30.5%,这说明约 70% 的学生对温度的理解并不全面。通过 SPSS

对每个题都进行详细分析,可以得出实验组学生对热力学第一定律相关概念的认知情况(表 5)。

表 5 学生对热力学第一定律的认知情况

前测项目	未学过热学的学生的认知情况
Q1 温度	学生对温度的理解几乎不存在错误认知,约 70% 的学生对于温度的理解不全面;
Q2 内能	超过 60% 的学生不清楚内能的基本含义,约 50% 的学生不知道内能与温度的关系;
Q8. A 四个准静态过程	约 40% 的学生都不会计算恒压下气体对外做的功;
Q3 恒压做功	约 70% 的学生都能解出仅涉及传热的计算;
Q4 热量传递	超过 60% 的学生认为功是状态量;
Q5 过程量与状态量	学生对于热一不存在错误认知,约 40% 的学生对热力学第一定律的内涵认识不清晰、对于改变系统内能的方式存在不肯定,约 70% 的学生知道热力学第一定律的本质;
Q6 热力学第一定律基本概念	约 50% 的学生分不清“等温”和“绝热”、对热力学第一定律中传热、做功、内能变化三者关系存在逻辑上的混乱;
Q7 应用热力学第一定律分析各种过程	约 50% 的学生分不清“等温”和“绝热”、对热力学第一定律中传热、做功、内能变化三者关系存在逻辑上的混乱;
Q9 热力学第一定律分析吸热	约 50% 的学生分不清“等温”和“绝热”、对热力学第一定律中传热、做功、内能变化三者关系存在逻辑上的混乱;
Q10 热力学第一定律进阶应用	约 50% 的学生分不清“等温”和“绝热”、对热力学第一定律中传热、做功、内能变化三者关系存在逻辑上的混乱;
Q8 四个准静态过程	说明 50% 的学生对于“等体过程”的内涵不清楚。

从表 5 我们可以看出,未学过热学的学生对于热力学的概念仅凭借直观的感受来理解,尚未形成科学的认识。比如,学生对于能直接感知的温度比较了解,但对于内能超过 60% 的学生都不清楚,因此也无法有意义地建构温度与内能的联系。超过 60% 的学生认为功是状态量,约 50% 的学生分不清“等温”和“绝热”,这些调查结果都说明,对于没有学过热学的学生,他们对于热力学基础概念是非常模糊的,如果教师不帮助学生理清这些概念,会对之后的学习造成极大的困难。

高中物理学习主张从日常经验引入物理问题,帮助学生理解一些较为抽象的概念。对于刚步入大学的学生来说,学习热学依然试图引入生活中的例子来看待物理问题,更倾向于静止地、孤立地看待物理问题。而热力学关注系统在整体上表现出来的热现象及其变化发展所遵循的基本规律,具有动态性和联系性。因此,热力学本身的性质与学生

看待问题的角度不契合也是大中衔接一个值得注意的问题。

(二)形成性评价教学效果

本文利用 SPSS 对诊断试题的各题进行描述统计和交叉频率分析,在前测中,通过对实验组和对照组的得分进行独立样本 t 检验,结果如表 6 所示。 $p=0.02<0.05$,说明在 95% 的置信度下,学过热学的学生与未学过热学的学生对热力学第一定律理解的水平存在显著差异,且学过热学的学生对热力学第一定律的理解水平要高于未学过的学生。

实验组在后测中平均得分为 17.73 分,对照组平均得分为 17.49 分。为了了解两个组在后测表现中是否还存在显著差异,我们对两个组进行了独立样本 t 检验。 $p=0.81>0.05$,说明在 95% 的置信度下,学过热学的学生与未学过热学的学生成绩不存在显著差异。结合均分可以得出未学过热学的学生成绩比学过热学的学生成绩高 0.24 分。

表 6 学生理解热力学第一定律的影响

组别	均值	差值	t 值	p 值
前测实验组	9.58	-1.51	-2.37	0.02
前测对照组	11.09			
后测实验组	17.73	0.24	0.25	0.81
后测对照组	17.49			

化学专业实验组在后测中平均得分为 16.74 分,对照组平均得分为 14.67 分。我们对两个组进行了独立样本 t 检验。 $p=0.124>0.05$,说明在 95% 的置信度下,两组对热力学第一定律的理解水平不存在显著差异,但是实验组的成绩高于对照组的成绩,比对照组的成绩高 2.07 分。机械专业实验组在后测中平均得分为 18.78 分,对照组平均得分为 19.77 分。我们对两个组进行了独立样本 t 检验。 $p=0.395>0.05$,说明在 95% 的置信度下,两组对热力学第一定律的理解水平不存在显著差异。实验组和对照组成绩已经不存在显著性差异,且实验组成绩略高于对照组。由此我们发现,加强形成性评价对未学过热学的学生帮助较为显著。

五、结语

通过对前后测以及练习题的分析,本文得出结论:(1)从整体来看,未学过热学的学生与学过热学的学生在前测中存在显著差异,说明帮助未学过热学的学生进行大中物理知识的衔接是有必要的;

(2) 经过形成性评价教学后,未学过热学的学生与学过的学生在后测中不存在显著差异,说明形成性评价教学对未学过热学的学生帮助很大,有利于促进大中物理的衔接。此外,笔者对其练习题的完成率进行对比,发现化学专业未学过热学的学生练习题完成率高于学过热学的学生,机械专业未学过热学的学生练习题完成率低于学过热学的学生,这说明学生的学习态度也是影响大中衔接的因素之一。总之,形成性评价教学对促进大中衔接教育有一定帮助,教师可以根据形成性评价自身的特点,发挥形成性评价在教学中的价值。

参考文献:

- [1] 于军,朱伟玲,吴登平. 从电磁学内容探讨高中与大学的物理教学衔接[J]. 物理通报,2013(2):19-21.
- [2] 于军,朱伟玲. 论大学物理热学部分与中学物理的有效衔接[J]. 物理通报,2011(3):11-14.
- [3] 王琴妹,李海洋,潘正权. 对大学物理和中学物理教学衔接的思考和探讨[J]. 物理与工程,2014(S1):55-56.
- [4] 施建青,徐志君,李珍. 新高考背景下大学物理预修课程开设及其教学资源建设[J]. 物理与工程,2019,29(5):39-42.
- [5] 王健. 形成性评价在我国 STEAM 教育中的运用研究[J]. 高等教育研究,2021(3):50-53.

Enhancing Formative Assessment on the Connection between College and High School Physics: A Case Study of the First Law of Thermodynamics

LIU Xiao-xian¹, WEI Rong-rong², TANG Chun-hong³

(1. School of Physics and Technology, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China; 2. High School Affiliated to Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210007, China; 3. School of Mathematics and Physics, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China)

Abstract: With the reform of college entrance examinations, knowledge of physics on the part of high school students in different places is different, and it is of great significance to study the connection between teachings of high school physics and college physics. Taking 84 sophomores as the research objects, we conducted teaching research on the connection between college physics and middle school physics through targeted teaching mode of pre-test and post-test, classroom teaching and practice questions. The study shows that enhancing formative assessment is helpful to assess students' learning and teachers' work, and improve the connection between middle school and college education of physics.

Key words: formative assessment; bridging university physics and secondary school physics; the first law of thermodynamics; education of physics