

自制“热传导”实验的教具

刘晋雅*, 张慧美, 李明洁, 高伟瑞, 王朝君#

乐山师范学院教育科学学院, 四川 乐山

收稿日期: 2023年8月25日; 录用日期: 2023年10月10日; 发布日期: 2023年10月19日

摘要

在小学科学教学中, 使用自制教具有助于将教学中的抽象的科学概念或科学规律具体化, 使得学生的动手能力、实验操作水平有所提升, 有助于激发学生的科学学习兴趣。为此针对热传导实验教具进行了二度开发, 使其具有直观性、美观性、安全性。该教具利用生活中常见材料完成制作, 帮助学生构建起科学与生活之间的联系, 同时实验结论由定性转向定量, 不仅帮助学生更好了解热传导知识, 还为学生步入初中学习热知识做铺垫。

关键词

自制教具, 小学科学, 热传导, 安全

Self-Made Teaching Aids for the “Heat Conduction” Experiment

Jinya Liu*, Huimei Zhang, Mingjie Li, Weirui Gao, Zhaojun Wang#

School of Education and Science, Leshan Normal University, Leshan Sichuan

Received: Aug. 25th, 2023; accepted: Oct. 10th, 2023; published: Oct. 19th, 2023

Abstract

In primary school science teaching, the use of homemade teaching aids can help to make the abstract scientific concepts or scientific laws concrete, so that the students' hands-on ability, the level of experimental operation has been improved. The use of homemade teaching aids in primary school science teaching helps to concretise the abstract scientific concepts or scientific laws in teaching, makes students' hands-on ability and experimental operation level improved, and helps to stimulate students' interest in science learning. For this reason, the teaching aids for heat conduction experiment are developed in the second degree. The teaching aids are developed to be

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 刘晋雅, 张慧美, 李明洁, 高伟瑞, 王朝君. 自制“热传导”实验的教具[J]. 创新教育研究, 2023, 11(10): 3170-3177. DOI: 10.12677/ces.2023.1110466

intuitive, beautiful and safe. The teaching aids are made of common materials in daily life, which help students build up the connection between science and life. At the same time, the conclusion of the experiment is shifted from qualitative to quantitative, which not only helps students to better understand the knowledge of heat conduction, but also paves the way for students to learn heat knowledge in junior high school.

Keywords

Self-Made Teaching Aids, Primary School Science, Heat Conduction, Safety

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《义务教育科学课程标准(2022年版)》(简称“新课标”)明确指出,教师应根据教学需要,本着科学合理、安全可靠的要求开发实验教具[1],而小学科学教具是探究科学实验的桥梁,它可将科学探究实验活动中抽象的科学概念或科学规律具体化,培养学生乐于探究的科学精神。

传热学是研究热量传递规律的科学,其在生产技术领域中的应用十分广泛,且起着关键性作用[2],而传热学中有关热传导的定义为:热量从温度较高的物体传给温度较低的物体或热量从物体温度较高的部分沿着物体传到温度较低的部分,叫做传导[3]。小学科学教学中,有关“热”的知识已有涉及,并被视作热传导相关教学的初步启蒙。

2. 设计背景

本研究以教科版小学《科学》五年级下册《热》单元中的第六课的热传导实验为例,实验用三根相同粗细、长短的铜丝、铁丝、铝丝的一端均匀涂上一层蜡,再利用酒精灯加热这三根金属棒,观察加热后的金属棒上的蜡的融化程度和蜡融化的时间来比较这些金属材料的导热性能。小学教科书中所展示的实验装置虽然能够基本地实现对“导热快慢”这个因素的探究,但是存在下列不足:

第一,初步定性,学生加热涂抹蜡的金属棒,并以蜡的变化来判断金属的导热能力,学生不能准确控制蜡的用量,达不到控制变量的要求,实验结果只能初步定性,误差较大。

第二,内容单一,本次实验只对三种金属进行导热分析,相对导热材料分析较为单一。基于文献研究,笔者发现周长方[4]的自制热传导演示器利用氯化钴受热变色的原理,可以更加细致观察到热的传递过程,满足了学生的求知欲和好奇心,但该教具使用到的氯化钴溶液具有一定毒性,受高温加热会产生有毒的腐蚀性烟气,不适合与学生近距离接触。同时在观察较多不同导热棒颜色变化时,可能会因为没有参照标准,而产生误判。

因此,利用生活常见的各类工具与材料进行融合改进,设计出安全便捷,科学有趣的热传导自制教具,在相关知识教学活动中有很大的帮助。

3. 教材教具的改进

3.1. 材料改进

根据教材和文献中“热传导实验”的不足之处,本研究拟改进实验装置,其材料如表 1,具体材料

见图 1。

Table 1. Table of use materials and quantity of improved teaching aids
表 1. 改进教具使用材料及数量表

材料名称	材料数量	说明
金属铜导热棒	1	规格：6.5 cm * 0.5 cm
金属铝导热棒	1	规格：6.5 cm * 0.5 cm
金属铁导热棒	1	规格：6.5 cm * 0.5 cm
木头导热棒	1	规格：6.5 cm * 0.5 cm
塑料导热棒	1	规格：6.5 cm * 0.5 cm
纸箱	1	规格：20.0 cm * 11.0 cm * 29.5 cm
12V 70℃恒温 PTC 发热片	1	规格：3.5 cm * 2.1 cm
加热金属板	1	规格：3.5 cm * 3.4 cm * 1.0 cm
塑料降温袋	1	规格：12.0 cm * 8.0 cm
加热支架	1	规格：7.0m * 7.0 cm
超轻黏土底座	1	规格：5.5 cm * 7.5 cm
温度传感器	5	规格：4.8 cm * 2.5 cm
计时器	1	规格：7.3 cm * 7.8 cm
温感变色纸	20	规格：1.5 cm * 0.5 cm
电工胶带	1	无
透明胶带	1	无



Figure 1. Make the material display diagram
图 1. 制作材料展示图

导热材料在原本的三种材质的金属导热棒的基础上增加了塑料与木头非金属材料，其目的在于增加该实验测试范围，从观察不同材质的金属之间的导热性到不仅观察不同金属之间的导热快慢还可以观测金属与非金属之间的导热快慢，丰富学生关于热传导知识的认知。

3.2. 教具的组装

(1) 制作加热装置

将不同材质的五根导热棒与加热金属板相结合，并采用分段式的方法，将温感变色纸粘附在导热棒上，每根导热棒上的温感变色纸条间隔 0.5 cm 均匀分布，最后利用透明胶带进行二次固定。同时利用电

工胶带将恒温 PTC 发热片固定在加热金属板上，见图 2。

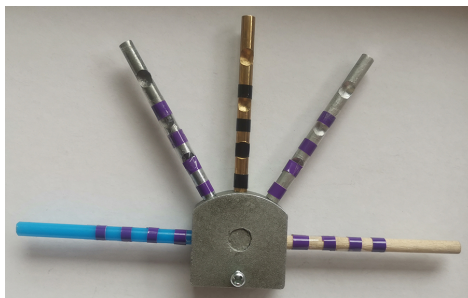


Figure 2. Heating system
图 2. 加热装置

(2) 制作实验箱

将旧鞋盒作为实验箱，放置加热装置，并在纸箱合适位置打孔方便放置温度传感器和加热支架。

(3) 制作固定装置

用超轻黏土包裹加热支架的底部作为底座，等待风干后，再将底座与实验箱固定在一起。

(4) 制作降温装置

在降温袋中装入适量冷水，并进行密封。

(5) 固定导线

将加热片的导线与电源适配器进行连接，并将导线放置在实验箱内，见图 3。



Figure 3. Internal structure of heat conduction teaching aids
图 3. 热传导教具内部结构

(6) 固定计时器

在实验箱左下角采用磁铁胶带对计时器进行固定。

(7) 装置美化

采用贴纸在温度显示屏旁标记该数据为哪种导热棒材料的温度，同时，利用丙烯颜料对实验装置进行了美化，见图 4。



Figure 4. Front view of heat conduction teaching aids
图 4. 热传导教具正视图

(8) 添加辅助说明

将教具使用说明打印出来，利用磁铁胶带放置在热传导教具的侧面，见图 5。



Figure 5. Instructions for use of conduction aids
图 5. 传导教具使用说明

4. 改进教具的实践

4.1. 热传导教具使用过程

本例的一种观察热传导的实验教具，具体使用过程见文末二维码。

根据实验，记录未加热时、加热 1 分钟、加热 3 分钟、加热 5 分钟时五种不同材质的导热棒的温度如表 2，温度变化见图 6。

Table 2. Temperature data record table for five different materials of heat conducting rods with different heating times
表 2. 不同材质的五种导热棒于不同加热时长的温度数据记录表

材料	木头	铜	铝	铁	塑料
未加热时温度	28.4℃	29.6℃	29.4℃	29.1℃	27.8℃
加热 1 分钟时温度	28.4℃	29.8℃	29.5℃	29.1℃	27.8℃
加热 3 分钟时温度	28.5℃	32.2℃	31.2℃	29.9℃	27.8℃
加热 5 分钟时温度	28.5℃	34.3℃	33.0℃	31.1℃	27.8℃

导热棒不同加热时长的温度折线图

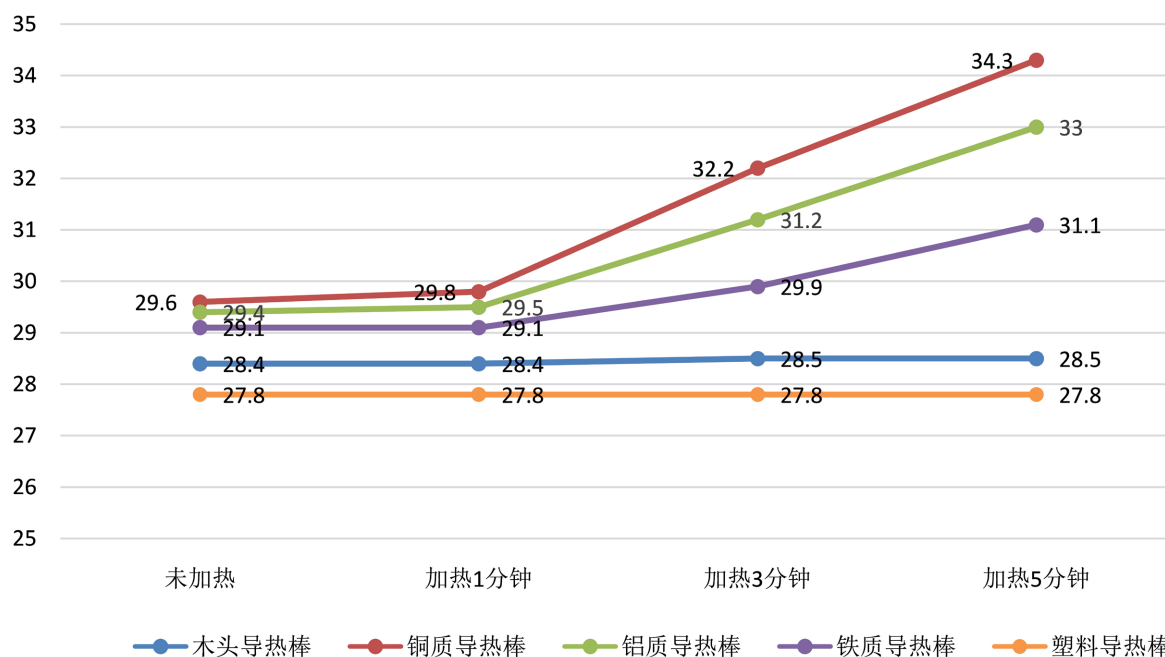


Figure 6. Line diagram of temperature change of heat conduction rod

图 6. 导热棒温度变化折线图

4.2. 实验数据分析

根据观察，可以发现加热一分钟时导热棒的温度并没有发生太大变化，三分钟之后，木头的温度只上升了 0.1℃，而塑料几乎无变化。但金属导热棒的温度变化很快，说明加热片加热三分钟后加热片温度较高，可以帮助导热棒吸收更多的热，在加热到五分钟的过程中，我们可以结合数据发现木头温度上升 0.1℃，金属铜温度上升 4.7℃，金属铝温度上升 3.6℃，金属铁温度上升 2.0℃，塑料上升 0℃。可以发现金属铜的温度上升最多，温度差最大。而塑料的温度在 27.8℃与 27.9℃之间来回变化，五分钟时处于 27.8℃，说明塑料的温度升温最少，温度差最小。

再对导热棒进行加热，观察加热到一定温度后，导热棒上的温感变色纸的颜色变化，如图 7，可以发现金属铜的每格温变纸都产生了变化，而金属铝的温变纸有三格多变色，金属铁则有三格变色纸变色，

而木头产生了一格多变色，塑料产生的变色最少，只有一格温变纸发生变色。

将温度变化数据与温变纸的变化结合可以得出铜 > 铝 > 铁 > 木头 > 塑料的导热快慢顺序。



Figure 7. Change of thermal discoloration paper
图 7. 感温变色纸变化情况

4.3. 得出实验结论

根据以上实验，得出实验结论：不同材料的导热体本领各不相同，金属材料导热较快，塑料、木头等材料导热较慢。而不同材质的金属材料的导热性也各不相同，在实验对比中我们可以得知金属铜的导热性比金属铝和金属铁的导热性好。

5. 创新点分析

(1) 实验材料优化

① 感温变色纸的设计。将感温变色贴纸分割成等粗的小贴纸，再在导热棒上分段粘贴上去，这样的设计可以更好的分辨不同导热棒的感温变色纸的温变程度。

② 加热源的更新。本实用新型采用的发热源为 PTC 低电压加热片，其市面价格低，且提热速度快，避免使用酒精灯等明火类加热源，可大大提高实验的实验效率及安全保证。

③ 增加了降温装置，利用塑料袋装冷水进行隔水降温。既能够加快感温变色纸恢复颜色，方便实验器具多次使用，还能达到废物利用的效果。

(2) 实验结果数据化

① 将感温变色纸与温度传感器相结合使用，使得实验现象更直观，实验也由定性研究变为定量研究，实验结果更有说服力。

② 增加了实验时间的控制，学生可以根据自己的需求，记录不同时间段的导热棒的温度变化速率，能够更加科学地进行比较。

(3) 实验教具美观化

① 实验器具一体化设计，利用废弃的纸盒来组装实验教具，方便实验结束后进行收纳，同时更加美观。最后还可以培养学生爱护环境的环保意识。

6. 教具展望

第一，从教学方面来看，自制教具是结合学生的身心发展规律进行因材施教的重要手段。自制热传导教具在教学活动中，利用简单易懂的实验现象将相关“热传导”知识传递给学生，帮助学生进行知识归纳，同时也能够为学生后续相关知识的学习作良好铺垫。

第二，从教师方面来看，自制热传导教具是对于教师一次高难度的教学挑战，需要教师了解掌握学生学情与教学内容，并在此基础上针对学生的学习需要进行教具改进创新。在这个过程中，教师不仅能够加深对于“热传导”知识的理解还能拉近和学生之间的距离。

第三，从学生方面来看，教具对于学生的热传导知识启蒙有很大帮助，可以引导学生在定性实验结

果中进行自我观察与探索，总结出“热传导”相关科学规律，激发学生的独立思考意识。

因此，笔者将会紧贴生活巩固相关科学知识，不断改善优化热传导自制教具，帮助每一位学生能够在教具实验中体会到科学的乐趣，做一名善于观察的探索家。

7. 结论

在本次“热传导”实验教具改进中，笔者在各个方面都有所收获：

第一，在查阅大量相关“热传导”知识时，笔者增补了对于热传导的了解以及发展，帮助自己在“热”相关教学中有了更充实的认知结构。

第二，进行相关教具的测试中，笔者需要充分考虑学生的认知水平以及身心发展特点，换位思考教具的实用性与安全性，因而产生了对于师生之间的关系有了新的理解。

第三，笔者自制的“热传导”教具能够帮助学生直观进行热传导观察，但对于投入真实教学时的实际使用情况还处于未知状况，因此笔者将会在后续继续进行实验，不断完善“热传导”自制教具的使用。



Demonstration video of thermal conduction teaching aids
热传导教具演示视频

基金项目

2023 年大学生创新创业训练计划项目“基于中国优秀传统文化的 STEM 课程设计与推广”（项目编号：S202310649079）。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 杨凤叶, 张定才, 李海军. 传热学知识体系建构及深度学习探讨[J]. 决策探索(中), 2020(11): 54-55.
- [3] 陈宝兴. 浅谈热量传递的方式[J]. 初中生世界(八年级物理), 2010(Z4): 27.
- [4] 周长方. 小学科学用热传导演示器: CN201320055052.X [P]. 2013-01-31.