

中学物理教师发展丛书

初中物理 高端备课

邢红军 主编



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

中学物理教师备课参考

初中物理 高端备课

周江军 主编

中学物理教师发展丛书

初中物理高端备课

邢红军 主编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

初中物理高端备课 / 邢红军主编. —北京:中国科学技术出版社,2014.9

(中学物理教师发展丛书)

ISBN 978-7-5046-6703-8

I. ①初… II. ①邢… III. ①中学物理课—备课—教学研究—初中 IV. ①G663.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 213844 号

出 版 人 苏 青

选题策划 王晓义

责任编辑 王晓义

封面设计 郑子玥

责任校对 王勤杰

责任印制 张建农

出 版 中国科学技术出版社

发 行 科学普及出版社发行部

地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号

邮 编 100081

发行电话 010-62173865

传 真 010-62179148

投稿电话 010-62176522

网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 720mm × 1000mm 1/16

字 数 230 千字

印 张 11.75

印 数 1—5000 册

版 次 2014 年 9 月第 1 版

印 次 2014 年 9 月第 1 次印刷

印 刷 北京金信诺印刷有限公司

书 号 ISBN 978-7-5046-6703-8/G · 663

定 价 32.00 元

(凡购买本社图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

序

笔者自20世纪80年代投身物理教学论领域,迄今已有30余年。30余年来,笔者非常幸运地得到了物理教学论前辈的教育与提携。20世纪80年代,笔者在江西师范大学师从周中权先生攻读物理教学论研究生,得以接受启蒙教育,获益良多。90年代,笔者又幸运地跟随乔际平先生研习物理教学论,领略到乔际平先生物理教学论思想的真谛,受益匪浅。进入21世纪,笔者更荣幸地在北京师范大学跟随林崇德先生攻读发展与教育心理学博士学位,实现了学术飞跃。

正是基于物理学、物理教学论和发展与教育心理学的学术训练,使笔者在回首审视国内的物理教学研究时,总感到有一丝遗憾——这就是怎样把物理学、教育学与心理学更好地结合起来。目前看来,国内物理教学领域虽然有许多研究,但总觉得还不是那样令人满意,于是笔者萌生了进行物理高端备课研究的想法。

通常人们认为,物理备课是中学物理教师的事情,不是大学老师的研究范畴。所以,许多大学物理教学论老师并不热衷于从事这项工作,所谓学院派老师更热衷于发表大部头文章,以彰显学术水平和理论素养,笔者认为这是可以理解的。然而,作为中学物理教学与大学物理教学论相衔接的部分,总还是需要有人做一些工作。因此,笔者愿意进行尝试,于是就有了《初中物理高端备课》这本书。

本书共有20篇高端备课案例,全部是由笔者提出思路,然后带领笔者的博士生和硕士生撰写的。撰写的过程极其艰辛,并不像人们所想象的那样驾轻就熟。每一篇高端备课都要写到10稿以上,一直修改到自己满意才投稿。在修改中,大到文章的观点,小到文章的用词乃至标点符号,我们都力争做到反复推敲,不敢稍有疏忽。这是因为,每一个初中物理教学案例早已由前人进行了大量的、反复的研究,在这些研究的基础上要看到前人研究的不足、疏忽乃至没有看到的地方,实属不易,可谓沙里淘金,甘苦自知。幸运的是,我们终于走出了一条路,从而在初中物理高端备课中有所突破。20篇高端备课不能说篇篇精彩,但绝大部分都独具特色,与众不同。比如“密度教学的高端备课”、“压强教学的高端备课”、“欧姆定律教学的高端备课”、“电压概念教学的高端备课”等,这些高端备课确实突破了长期以来的教学设计思路,展现了笔者的教学团队研究的风格,为初中物理教师的备课提供了新的思路,对初中物理教学做出了微薄的贡献,这是笔者感到非常欣慰的地方。

《初中物理高端备课》不是经验的积累,也不是技巧的展现,而是在理论基础上的深思熟虑。笔者认为只有在物理教学论理论的指引下,才能萌生出卓尔不群的备课思路。古人曾有益楼房的故事,一财主见别人盖的三层楼房很好,于是找来工匠也要盖同样的三层楼房。当工匠从一楼开始盖起时,财主却很不高兴,说他只要第三层而不要第一、第二层。讲这个故事的道理在于,初中物理高端备课就是第三层楼,要想把它盖好,还需要第一层和第二层。而第一层和第二层就是物理教学论的理论。因此,本书的第四章、第五章、第六章、第七章呈现了物理教学理论,包括笔者发表的物理能力理论、科学方法显化教育理论、原始物理问题教学理论和教学过程自组织转变理论。如若缺少了物理教学理论的滋养,那么物理高端备课就如同无本之木、无源之水,是断然不能长成参天大树的。

初中物理高端备课的绝大部分内容陆续发表在国内教学期刊上,这就保证了初中物理高端备课的学术性。这些期刊分别是《物理教师》《中学物理教学参考》《教学月刊》《物理通报》《物理教学探讨》《中学物理》《湖南中学物理》《课程教学研究》《首都师范大学学报(自然科学版)》等,说明初中物理高端备课得到了中学物理学术界的认可。

参与《初中物理高端备课》编写的作者有:北京中医药大学陈清梅副教授、河北民族师范学院王慧老师,北京邮电大学世纪学院石尧老师,首都师范大学博士生胡扬洋,首都师范大学物理系硕士生耿爱霞、郑珊、刘锐、张婷玉、李蓓、刘烁、蔡晓华、宗先汉、姚丽鹏等。

《初中物理高端备课》作为在国内物理教学界新近发展出来的研究领域的相关成果,一定存在很多不足,恳请物理教学论学者与广大初中物理教师批评指正。

邢红军于首都师范大学物理系

2014年9月

目 录

序

第一章 力学	1
第一节 密度	1
第二节 摩擦力	6
第三节 压强	10
第四节 液体压强	14
第五节 大气压强	18
第六节 阿基米德原理	21
第七节 功的原理	25
第八节 杠杆	28
第九节 滑轮	31
第二章 电学	36
第一节 电压	36
第二节 变阻器	40
第三节 欧姆定律	44
第四节 电功—焦耳定律	48
第三章 热学·光学·声学	53
第一节 熔化和凝固	53
第二节 内能	57
第三节 比热容	61
第四节 平面镜成像	64
第五节 光的折射	69
第六节 眼睛与眼镜	72
第七节 声音的特性	77
第四章 物理教学过程研究	82
第一节 论教学过程的自组织转变理论	82
第二节 论教学主客体关系	90

第三节	从概念转变到状态转变:物理教育理论的新探索	98
第五章	物理科学方法教育	106
第一节	科学方法中心论	106
第二节	从隐性到显性:物理科学方法教育方式的重要变革	116
第三节	物理课程改革背景下的科学方法教育	121
第六章	能力培养研究	128
第一节	“智力—技能—认知结构”能力理论	128
第二节	物理能力的基本理论研究	137
第三节	高考物理能力理论与命题导向	147
第七章	物理问题教学研究	156
第一节	原始物理问题的教育价值及其对物理教育的启示	156
第二节	原始物理问题的教育价值 从习题到原始问题:科学教育方式的 重要变革	165
第三节	原始问题教学:物理教育改革的新视域	171

第一章 力 学

第一节 密 度

密度作为初中物理引入最早、抽象程度较高的概念，一直以来都是传统物理教学的重点和难点。因此，如何以更宽广的视野透视密度教学的内涵，并彰显其物理本质与教学逻辑，就成为物理高端备课研究的重要内容。

一、现行教材的逻辑偏误

现行人教版教材（2012版）《密度》一节安排在质量概念之后。教材首先通过举例提出假设：“同种物质的质量与它的体积成正比吗？”旋即安排了实验：“探究同种物质的质量与体积的关系”，以铝块为例，取大小不同的铝块分别测量质量和体积，将数据填表并绘制图线（见表1-1和图1-1）。由此，引导学生得出铝块质量与体积成正比的结论，并推广至其他物体。在此基础上，教材提出：“同种物质的质量与体积的比值是一定的，物质不同，其比值一般也不同，这反映了不同物质的不同性质。”就此得出密度概念：“某种物质组成的物体的质量与它的体积之比叫做这种物质的密度（density）”，并进一步给出了密度的公式。^①教材编写所传达出的信息就是，密度概念得出的原因就是质量与体积的“比值一定”。

教材的这种处理方式主要存在3个问题。第一，教材编写的逻辑谬误在于，完全回避了比值定义法而试图得出密度概念；第二，它忽视了密度教学中的一个关键问题——为什么要用质量与体积相比来定义密度。只回答是什么（比值是常量），而不回答为什么（为什么要比）^②，这反映了教材对密度概念引入的理解缺陷与生硬处理；第三，通过描点、画图，用图线的斜率得出密度概念并不必要，已经偏离了密度概念得出的逻辑路线。

^① 人民教育出版社课程教材研究所，物理课程教材研究开发中心．物理（八年级上册）[M]．北京：人民教育出版社，2012：113～116.

^② 邢红军．按照比值定义法的本质改进高中物理概念的编写[J]．物理教师，2004，25（4）：5～7.

表 1-1 铝块质量与体积

	m/g	V/cm^3
铝块 1		
铝块 2		
铝块 3		
铝块 4		
.....		

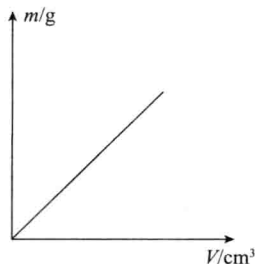


图 1-1 铝块质量密度图线

我们认为，密度概念教学困难的原因在于，教材对物理概念教学基本逻辑的忽视，突出表现为密度教学中比值定义法未被显化，这不仅造成了概念引入的逻辑颠倒，而且使教材没能处理好“变”与“不变”的关系。即没能回答各个物理量为什么变？为什么不变？使学生无法理解 3 个物理量之间的关系。这将导致学生只会背密度公式，而对密度概念并没有深刻理解的教学结果。

事实上，现行所有的初中物理教材对密度概念教学的深刻内涵以及面临的特殊困难都缺乏清醒的认识。就密度概念教学而言，由于它是将学生引入经典物理体系的一个“关键概念”和“节点概念”，并且还要面对学生头脑中存在的大量关于密度的日常观念或直觉意识。^① 所以，一旦不能恰当地处理，就很容易导致逻辑失序，并使学生的大量前概念裹挟、夹杂进来。由此就为后续的物理学习埋下隐患，遑论给学生打好坚实基础，分化和学习困难现象就在所难免。

二、彰显教学逻辑的高端备课

现行教材之所以未能合乎逻辑地得出密度概念，归根结底还是因为没能解决为什么要用两个量相比来定义密度这一核心问题。因此，由“比值一定”导出密度概念，就必然导致逻辑上倒果为因的错误，由此引发的教学偏向也就可想而知。对此，我们认为，只有依据比值定义法的内涵，才能展现本节课的教学过程并有力地表达密度教学的逻辑。以下是我们设计的“密度”概念高端备课的 4 个教学环节。

（一）有心栽花花不成：直接比较两个不同物体的质量

事实上，权衡、掂量不同的物体是人们对经典物理世界最朴素、最本原的感知^②。因此，在明确质量这一描述物体量化属性的物理量之后，如何比较不同物体的质量就是一个需要解决的问题了，而密度概念的教学就应立足于“比较”物体“谁轻”、“谁重”这种本原的、朴素的动机。所以，我们提出，教材应该将长期以来用作引入密度的“鉴别物质”思路转变为“权衡轻重”的思路。这既与源于学生

① 吴娴. 中小學生密度概念发展及其影响因素的研究 [D]. 桂林: 广西师范大学, 2003: 12.

② 曹则贤. 物理学咬文嚼字之十一: 质量与质量的起源 [J]. 物理, 2008, 37 (5): 355 ~ 358.

日常经验的认知倾向相一致，又符合比值定义法的核心思想与本质内涵。所以，密度概念引入的后续操作都应在这一思想引领下展开。据此，可以引导学生提出：通过直接比较两个不同物体的质量来判断物体的“轻”“重”，从而得出密度的表达式。根据作文起、承、转、合的章法，这一教学环节由直接比较物体轻重发端，谓之“起”。

选择一小块铁（质量 $m_1 = 39.5 \times 10^3 \text{ kg}$ ，体积 $V_1 = 5.0 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ ）与一大块石头（质量 $m_2 = 357.5 \times 10^{-3} \text{ kg}$ ，体积 $V_2 = 130.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ）进行比较。（如图 1-2 所示）结果发现，直接比较无法得出符合学生日常经验的结论。因为石头比铁更重！针对这一困惑和认知冲突，教师可以引导学生分析原因：导致直接比较出现错误的原因是没有选取相同的标准。于是，解决问题的方法就是在比较时选取相同的标准。

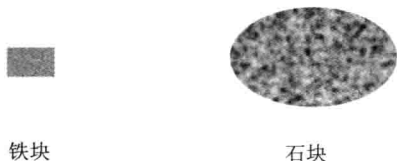


图 1-2 铁块与石块

（二）栽花不成选标准：选取相同的标准继续比较不同物体的质量

据此，需要将物体的体积变成一样，即选择同样体积的铁块和石块，这意味着将体积选作了标准。然而这并非要对物体采取切割、弥补等手段，而是利用除法这一数学工具，把质量与体积相除，使体积这一标准化为“1 立方米”。用除法得到比值“ $\frac{m}{V}$ ”后，就可以有效地进行比较了。这一比值的形式也与公式“ $\rho = \frac{m}{V}$ ”顺理成章地初步建立了联系。

按照这一思路，得到铁块的比值 $\frac{m_1}{V_1} = 7.9 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，石块的比值 $\frac{m_2}{V_2} = 2.75 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。结果发现，虽然比值的大小契合了学生的日常经验（铁比石头重），但却与我们的研究思路并不一致（直接用物体的质量大小来衡量物质的轻重）。这一比值为什么不同于“权衡物体轻重”的初衷？比值的含义是什么？由此就需要展开第三步的教学环节。本环节我们谓之“承”。

（三）无心插柳柳成荫：诠释比值的物理意义

在本环节，我们选择多组不同的铁块与石块进行测量、比较，用来解答上述两个问题并通过量化分析研究比值的内涵与变化趋势，铁块与石块测量与计算结果如表 1-2 所示。

表 1-2 铁块与石块测量与计算

	铁块			石块		
	质量 (kg)	体积 (m ³)	比值 (kg · m ⁻³)	质量 (kg)	体积 (m ³)	比值 (kg · m ⁻³)
1	39.5×10^{-3}	5.0×10^{-6}	7.9×10^3	357.5×10^{-3}	130.0×10^{-6}	2.75×10^3
2	117.7×10^{-3}	14.9×10^{-6}	7.9×10^3	96.3×10^{-3}	35.0×10^{-6}	2.75×10^3
3	162.74×10^{-3}	20.6×10^{-6}	7.9×10^3	14.0×10^{-3}	5.1×10^{-6}	2.75×10^3

研究多组数据发现, 比值同物体的质量和体积均无关系。至此, 研究思路发生了重大变化。因为我们原本是要比较质量大小, 结果却出现了一个与质量无关的常量。如果说, 第二环节是“有心栽花花不成”, 那么第三环节就可谓“无心插柳柳成荫”。这一步的教学经历了研究结论从“有心栽花”到“无心插柳”的微妙变化, 谓之“转”。

至此, 比值“ $\frac{m}{V}$ ”更深层次的物理意义才被顺利得出, 即比值是物质的疏密程度, 它把物体量的差异进一步抽象到了致密度 (density) 这一更深、更抽象的层次上^①, 它反映了物质本身的一种属性, 我们将其称为物质的“密度”。在这一环节结束之后才给出“密度”的称谓, 充分体现了高端备课的精妙逻辑要求。

(四) 世事洞明皆学问: 联系学生的生活经验理解比值定义法

比值定义法不是一整套机械的操作, 而是有核心思想的驱动与思维方法的调控。具体而言, 比值法不是抽象的, 而是有深刻的物理内涵。所以, 第四个教学环节就要联系学生朴素的生活经验, 增加对比值定义法的体认, 使学生对科学方法的认识更加丰满。

实际上, 比值定义法有着广泛的日常经验基础, 认为其抽象是因为不理解这一方法的本质内涵, 即只知道比, 而不知道为什么要比。而“比较要选取相同的标准”, 这种思想与学生已有的经验是高度一致的, 进一步教师可以举出这样的例子: 小明的爸爸下班, 走到小区门口, 买了 4 斤 2 两橘子, 花了 16.38 元。小明的妈妈也下班, 走到小区门口买了 5.7 斤橘子, 花了 21.09 元。问小明的爸爸和妈妈谁买的橘子更便宜? 在这里, 学生很容易理解, 比较选取相同的标准就是一斤橘子的价钱。奥苏贝尔认为, 有意义学习就是符号代表的新知识与学习者认知结构中已有的适当观念建立了非任意的和实质性的联系^②。显然, 这种举例与奥苏贝尔的理论具有一致性。

除的概念非常抽象, 而这一环节的教学意义在于它很好地表达了密度概念是用

① 曹则贤. 物理学咬文嚼字之十一: 质量与质量的起源 [J]. 物理, 2008, 37 (5): 355 ~ 358.

② 陈琦, 刘德儒. 当代教育心理学 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2007: 165.

学生已经拥有的“比较要选取相同标准”的思想来解决这一问题的，从而使学生产生成功的体验。因此，该教学环节就绝非画蛇添足，而是锦上添花。这一教学环节我们谓之“合”。

三、对教学的启示

物理高端备课不仅要明确“做什么”、“如何做”，还要基于深度的理论思考，在教学中论证“为什么要这样做”。物理教育家乔际平曾指出：物理教学法只回答了教学过程中“是什么”问题，而没有从根本上清楚明确地回答物理教学中的“为什么”的问题，而物理教学论则要对物理教学过程中的各种问题作出“为什么”的回答。^①从这个意义上讲，密度概念教学的高端备课事实上是从物理教学论的视角诠释了密度概念引入的教学逻辑。正是基于这种视角，我们展开了密度概念教学的4个逻辑步骤（如表1-3所示）。

表1-3 密度概念教学4个逻辑步骤

序号	教学逻辑	教学环节	教学操作
1	起	有心栽花花不成	直接比较两不同物体的质量
2	承	栽花不成选标准	选取相同标准比较两不同物体的质量
3	转	无心插柳柳成荫	比值与质量无关，反映了物质的固有属性
4	合	世事洞明皆学问	联系学生的生活经验理解比值定义法

纵览密度概念的起、承、转、合4个教学逻辑环节，我们得到了三点启示。

（一）深入理解物理教学的逻辑

物理教学对逻辑性有着特殊的要求，课程的模块、探究的步骤都无法代替对物理教学逻辑的认识。这种教学逻辑要求教师不仅要讲出“是什么”，还要讲出“为什么”，即每一个教学环节和行为都应有整体考量下的充分依据。这样才能使教学环环相扣、逐步深入。本节中，只有厘清比值定义与密度之间的逻辑关系，才能使教学有序深入、渐入佳境。否则学生只能掌握密度的表面特征，而不能明晰其来龙去脉，从而造成学生在现象上打转而不能深入到本质。

（二）充分显化物理教学中的科学方法

科学方法显化教育的意义不仅在于科学方法的应用价值，还在于科学方法独特的动因、内涵与逻辑。这些都显示了科学方法独立于知识的表达体系，也显示了科学方法作为表达并落实教学逻辑的主线与关键。在密度概念教学中，学生大多都有关于密度的前概念，但是经由科学方法得出的定量概念还未建立。正是在充分洞察

^① 乔际平. 物理教育学 [M]. 南昌: 江西教育出版社, 1992: 3.

并显化比值定义法内涵与操作的基础上，物理高端备课才使整个密度教学环节清晰、豁然开朗，学生的思维发展才找到了有力的、系统化的逻辑通道。

（三）洞察并联系学生的朴素认识

密度教学由于面对初学物理的学生，所以特别需要关注学生的前概念和朴素认识。因此，初中物理教学就需要对学生给予一种特殊的关照。这种特殊的关照是指，通过体察入微的教学设计，从而在教学过程中使学生确证自己在教学中的主体地位。而教学“权衡轻重”“无心插柳”等环节都在潜移默化中彰显了这一考量，并在第四环节联系“买橘子”的日常经验中给予解释。第四环节看似冗余，实则体现了关注学生的教学理念，其核心内涵在于要让学生感受到密度概念是与自己的经验相一致，并且比值定义法的逻辑也是基于自己的知识和自己的努力思考而“想通”的。由此学生的主体地位得以确立，并最终使整个高端备课的教学达到水到渠成之境界。

第二节 摩擦力

摩擦力是初中物理较难掌握的概念之一，一直以来都是传统物理教学的重点和难点。因此，对这节课进行深入研究，彰显其物理本质与教学逻辑，就成为物理高端备课的重要内容。

一、现行教材的逻辑缺陷

摩擦力是现行人教版初中物理教材第八章第三节的内容。教材第一部分首先给出滑动摩擦力的定义，然后通过两个实验，研究影响滑动摩擦力大小的因素。第二部分围绕摩擦的利用与防止展开^①。这种方式体现了教材“突出重点”并力求“逻辑轻快”的教学思想。然而，这种处理方式也存在诸多缺憾。

我们知道，摩擦力不仅指滑动摩擦力，还包含静摩擦力和滚动摩擦力。对于后两种摩擦力，教材却没有进行任何讲解。在实验环节，教材选用了弹簧测力计进行测量，由于弹簧测力计本身存在测量不够稳定、数据不易观察的缺点，并不能很好地展现摩擦力的特点。在探究影响滑动摩擦力大小的因素时，教材只探究接触面所受压力和粗糙程度两个因素，对于其他因素却避而不谈，这不仅给学生带来学习上的困惑，同时使探究深度不足。

由于教材对静摩擦力和滚动摩擦力的忽视，未能呈现给学生完整的知识结构；对实验探究缺乏深入的挖掘，导致学生不能全面理解摩擦力的本质。对上述问题，

^① 人民教育出版社课程教材研究所，物理课程教材研究开发中心，物理（八年级下册）[M]，北京：人民教育出版社，2012：23~26.

结合本节课教学特点, 我们进行以下高端备课。

二、彰显教学逻辑的高端备课

基于上述分析, 我们将摩擦力的教学分为 3 个部分 (如图 1-3 所示)。分别是摩擦力的分类、影响滑动摩擦力大小的因素和摩擦力的应用。

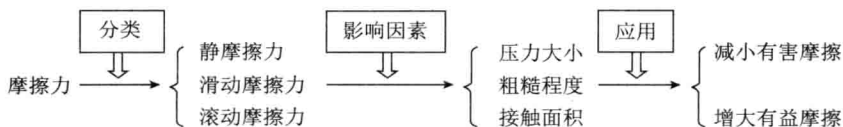


图 1-3 摩擦教学的 3 个部分

(一) 摩擦力的分类

1. 静摩擦力

两个相对静止的物体间产生的摩擦力叫做静摩擦力。由于初二学生的物理认知水平尚处于具体运算阶段, 其运算离不开具体事物的支持, 所以必须通过实验才能呈现给学生清晰的物理图像。考虑到摩擦力的大小不易测量, 利用转换法, 使物体静止或者做匀速直线运动, 运用二力平衡的知识, 通过拉力反映摩擦力的大小。如前所述, 由于弹簧测力计存在诸多不足, 因此选用力传感器来取代弹簧测力计。实验时木块静置于水平桌面, 将传感器一端与木块连接, 另一端用手拉传感器 (如图 1-4 所示)。

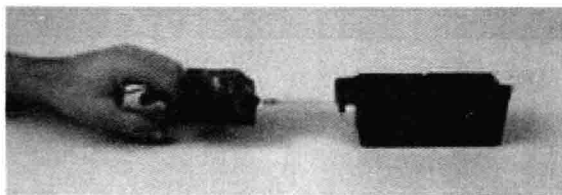


图 1-4 用传感器拉木块

用很小的力开始拉, 逐渐增加拉力的大小, 木块虽然未动, 但计算机屏幕上清晰地呈现出了拉力随时间的变化关系, 也即静摩擦力随时间的变化关系 (如图 1-5 所示)。

实验数据表明, 1.5~4.7s, 随着拉力的增大, 静摩擦力从 0N 不断增大; 4.7s 时, 木块动起来了, 这时静摩擦力达到最大, 为 9N。之后用手拉木块在水平桌面做匀速直线运动, 木块与水平桌面间产生的摩擦力是滑动摩擦力。

2. 滑动摩擦力

一个物体在另一个物体上滑动时产生的摩擦力叫做滑动摩擦力。木块做匀速直线运动阶段, 滑动摩擦力的大小也是可以测量的 (如图 1-6 所示)。实验数据表

明, 4.7~8s, 滑动摩擦力的大小为 6N。由于传感器将抽象的摩擦力变化过程直观地以数字化显示出来, 方便学生读取数据, 并为学生呈现了静摩擦力和滑动摩擦力的变化规律与大小关系, 所以可以清晰地看到滑动摩擦力为 6N, 小于 9N 的最大静摩擦力, 两者并不相等, 而是有一个突变。若非用传感器是无法测量的。在匀速运动阶段, 传感器也能凭借其精确性测量到滑动摩擦力的大小有微小的浮动, 间接反映了接触面是凹凸不平的, 进而从微观角度阐释了摩擦力的产生机理, 即物体相对运动时, 接触面凹凸部分相互啮合, 便产生了彼此阻碍的摩擦力。

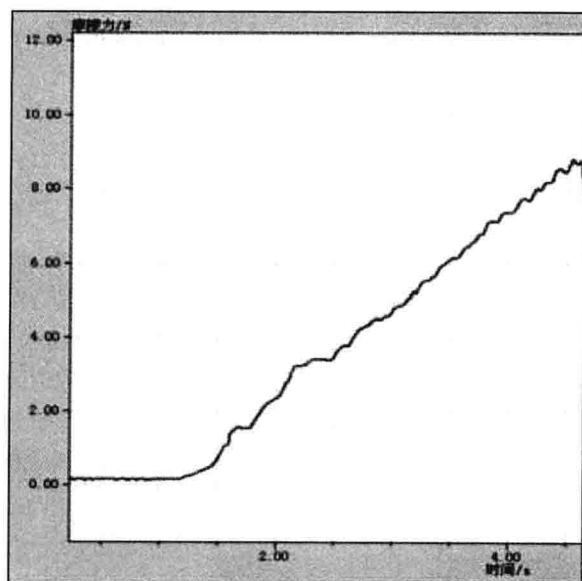


图 1-5 静摩擦力随时间变化关系

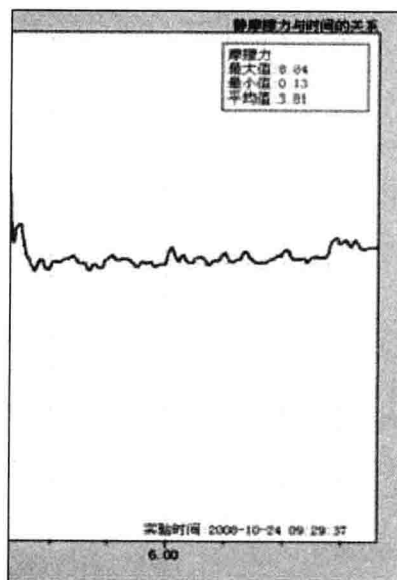


图 1-6 滑动摩擦力随时间变化关系

3. 滚动摩擦力

一个物体在另一个物体上滚动时产生的摩擦力叫做滚动摩擦力。滚动摩擦力比滑动摩擦力要小得多。例如, 滑旱冰时, 旱冰鞋与地面间产生的摩擦力就是滚动摩擦力, 由于受到较小的滚动摩擦力, 所以人能在地面上快速滑行。

(二) 影响滑动摩擦力大小的因素

影响滑动摩擦力大小的因素是本节的重要内容。这部分的教学采用控制变量的科学方法, 分别对压力大小、接触面粗糙程度和接触面积的大小进行探究实验, 研究影响滑动摩擦力大小的因素。

1. 压力大小对滑动摩擦力的影响

实验一: 用传感器匀速拉动木块, 使它在水平桌面上滑动, 通过拉力的大小测得滑动摩擦力; 在木块上增放砝码, 再用传感器匀速拉动木块, 使它在水平桌面上

滑动,通过拉力的大小测得滑动摩擦力。比较有无砝码时摩擦力的大小,研究压力对滑动摩擦力大小的影响。实验数据表明:接触面上的压力越大,滑动摩擦力越大。

2. 粗糙程度对滑动摩擦力的影响

实验二:使用一个表面较粗糙的木板,用传感器匀速拉动木块,使它在木板上滑动,通过拉力的大小测得滑动摩擦力。比较在不同木板上实验时摩擦力的大小,研究接触面的粗糙程度对滑动摩擦力大小的影响。实验数据表明:接触面越粗糙,滑动摩擦力越大。

3. 接触面积对滑动摩擦力的影响

实验三:用同一木块的不同侧面接触水平桌面,用传感器匀速拉动木块,使它在水平桌面上滑动,通过拉力的大小测得滑动摩擦力。实验数据表明:接触面积的大小对滑动摩擦力没有影响。这一结果往往与学生的直觉经验并不一致,因此,教学中应带领学生进行分析。

要解释这一点,应当把“摩擦力与接触面积的大小无关”和“摩擦力与压力的关系”统一起来考虑。也就是说,“摩擦力与接触面积的大小无关”是在“压力不变”的情况下说的。用木块大小不同的3个面接触水平桌面,接触面积大时,单位面积上的压力较小;接触面积小时,单位面积上的压力较大。这两个因素一增一减相互抵消,结果使得摩擦力的大小始终保持不变。由于初中学生的思维往往具有片面的特征^①,针对接触面积对滑动摩擦力无影响的结论,如果不通过实验很难让他们接受。因此,这一教学环节的重点就是,以实验现象引发学生的认知冲突,进而通过理论分析,排除无关因素的干扰,从而达到对摩擦力的本质认识。

(三) 摩擦力的应用

摩擦力的应用是教学的最后一部分,体现了知识的应用价值。它不仅是对摩擦力概念的巩固,又担负着提高学生知识应用能力的任务,因此教学中应该力争呈现给学生一些新颖的实例。

1. 减小有害摩擦

摩擦力在很多情况下是有害的,应设法减小。教学中可以向学生介绍磁悬浮列车的工作原理。靠磁悬浮力来推动的列车,其轨道的磁力使之悬浮在空中,行驶时不接触地面,只受到空气阻力,速度就要比普通列车快得多。具有相似原理的还有气垫船,它是一种以空气在船只底部衬垫承托的气垫交通工具。行走时因为船身分离水面,船体所受到的水的阻力得到减小,以至于航行速度比同样功率的船只快。两个“鲜活”的实例表明:使两个相互接触的表面隔开,也能减小摩擦。

2. 增大有益摩擦

许多情况下摩擦又是有益的,人们常常设法增大它。根据压力和接触面粗糙程

^① 乔际平,邢红军.物理教育心理学[M].南宁:广西教育出版社,2002:30.