

# 浅谈曼彻斯特理工大学物理系的实验教学

张慧云

(清华大学 物理系, 北京 100084)

摘 要: 简要介绍了曼彻斯特理工大学物理系的实验教学概况, 并对教学中某些有特色之处作了详细的说明。

关键词: 物理实验; 实验教学; 实验设计

中图分类号: G649; O4-33

文献标识码: B

文章编号: 1005-4642(2004)07-0042-03

## 1 前 言

国家留学基金委资助的 TSEE (Teaching Science and Engineering in English) 项目, 使得笔者有幸在曼彻斯特理工大学进行了为期 4 个多月的学习和访问, 并有机会对物理系的实验教学有了一些粗浅了解。

英国曼彻斯特理工大学 (University of Manchester Institute of Science and Technology, 简称 UMIST) 是英国一所著名大学, 已有将近 200 年的历史了。物理系除了为学生提供物理基础理论课外, 还有很多与物理现代发展相关的专业课, 同时实验课教学也得到了相当重视。除了开设有与国内相类似的一些物理实验课外, 还有一些课程和实验是围绕物理实验课开设的, 从而使学生得到更广泛的训练, 笔者感到他们的实验安排是独具匠心、颇为细致的。

UMIST 的本科学制只有 3 年, 每年 2 个学期, 每学期只有 12 个星期的学习时间。相比国内本科生的学习, UMIST 的实验教学在学生的学习中占了更大的比例, 实验教学内容也更宽广。

## 2 基本物理实验和训练

与国内大学相同, UMIST 为一、二年级的学生开设有类似于普通物理和近代物理实验的课程, 目的是使学生学会基本的物理实验技术, 提高学生的实验技能。但在整个实验教学系统中, 此类实验的个数并不是很多 (各 6 个), 因此学生也没有

可自由选择的空间, 这与国内高校动辄一二十个实验题目根本无法相提并论。从其内容上看, 近代物理实验部分区别不是很大, 但普通物理的实验题目已不是基本的力、电、光实验, 而是接近近代物理实验, 难度比较大。

此类实验课上课的方式、方法也与国内大同小异, 实验技术人员值班, 负责仪器的维修与正常运转, 教师负责指导学生完成实验。完成 1 个实验所需的时间是 2 个下午 (共 6 个小时), 但 UMIST 的教师正点上、下班, 从不拖堂, 若学生在此时间内未完成实验, 是没有补课机会的, 当然实验课的成绩也会因此受到影响。

## 3 辅助性的训练及课程

这部分的内容严格来说有的已不属于物理实验, 甚至是实验的范畴了, 但从培养学生的角度出发, 对于学生今后的工作是非常有益的。

对于刚一入校的物理系大一学生, 在实验课开始之前, 有 5 个星期 30 学时的“物理计算”课, 内容有 Word, Excel, C++, Matlab, 这样使物理系学生对不同计算机语言和分析工具有所了解。但这些软件的介绍并不纯粹是为了学习计算机而学习, 而是有很强的目的性——为实验课程服务, 使得学生可以用这些工具来写科学报告, 分析实验数据。学生的学习并不强调要学习很多很深的知识以备将来之用, 而是够用即可, 但学生应该在本科期间学会自学的技能, 以便在需要的时候能及时补充获得新知识。因此我们可以看到这些计算

收稿日期: 2004-01-20; 修改日期: 2004-04-20

作者简介: 张慧云 (1964 - ), 女, 天津人, 清华大学物理系副教授, 博士, 从事凝聚态物理研究。

机内容并不深,范围也不广,完全是根据实验课的特点,以满足实验课的最基本需求为出发点设计的,但掌握了这些基础知识,学生也就有能力根据自己的需求学习计算机的其它内容了。

“技能”课着眼点已超出了物理实验的范畴,而是在更广的领域内侧重于对学生个人能力的培养(不仅是实验技能),这些能力的获得和提高又会从另一方面有助于学生提高实验技能。这些技能包括如何在一个研究小组中团结、协作地工作;如何做口头报告,清晰表达自己的思想、意图;如何从图书馆查阅资料以及写个人简历等。该课程所需课时很少,内容看起来与物理毫不相关,但对学生的帮助却是很大的,这种训练不仅有助于很好地完成物理实验课程,还会对他们以后的工作大有益处。在国内,笔者还未见到有类似的课程,学生掌握这些技能全靠自己摸索,自我提高。

#### 4 实验设计

从大一开始,物理系学生就开始做一些实验设计,大二、大三学生的设计性实验都是参与到教师的科研中去,目的是使学生适应独立的科学实验工作以及科学报告的写作,这与国内一些院校大同小异。

值得一提的是大一的实验设计专门提高学生的各方面的技能。实验内容有:利用风洞来研究机翼的几何形状问题,装配并测试一台牛顿望远镜,电击穿的研究,编写计算机程序来控制机器人的运动,磁陀螺悬浮问题的研究等,每个实验的完成都需要36个学时。在这些实验中,教师不提供现成的实验规程或操作步骤,学生是以组的形式来完成实验任务的(4~5人为一组)。他们要利用实验室的仪器或组件和教师提供的有限信息、有限指导,通过大家的共同努力来分析问题、解决问题。在设计中,小组成员学会如何分工协作、设计实验方案;从不同渠道搜寻各种有用资料,一起分析、讨论遇到的问题和解决办法,设法得到一致意见,并在实验过程中共同合作;以及如何更好地记录、整理、报告实验数据。最后的成绩除了教师给分外,小组成员还需自评及互相打分,以使得成绩更具公平性。应该说,这几个实验都是有相当难度的,要想出色地完成实验,学生必须下一番苦功,当然他们的收获也是多方面的、丰富的。不同于完成基本实验,实验设计更有利于学生发挥自己的

主观能动性,发挥自己的创新性并可以极大地提高学生解决实际问题的能力。

还有一个实验我想提的是开设给二年级学生的近代物理实验之一——“精工技术”。这个实验需要学生在车间内完成,车间提供各种机床、泡沫塑料、铝片、太阳能电池、马达等所需设备及材料和1台教师制作好的太阳能电扇模型,学生可参照此模型,按照自己的喜好,设计、加工、制作、装配自己的电扇。所有的一切:制图、加工、设计都需要学生自己独立操作完成,在整个实验过程中,有技术员负责解说学生掌握各机床的操作方法及安全注意事项。一个看似很简单、有趣的实验,学生可以从中学到的知识、技能却非常丰富。如何操作机床等设备,如何装配各个组件,如何使自己的电扇旋转快速、平稳,如何设计使电扇美观、大方,甚至是简单的机械制图都在这不经意间掌握了,同时还增加了学生对精工实验的兴趣。1台漂亮的、可工作的成品小电扇是学生2个下午6个小时工作的最好奖赏。

#### 5 其它方面

学会做物理实验并不是实验技能的全部,而实验数据的处理也是一个非常重要的方面。物理系除了对学生介绍实验误差方面的基本概念和数值计算方法,还开设有36学时的“数值分析的统计”,使学生了解到理论和实验的区别,知道实验测量结果的局限性,认识实验误差分析的重要性及如何设计实验来减少这些误差。

24学时的“近似方法”,使学生学会应用不同的数学近似方法来解决复杂的问题(主要是利用计算机编程)。方法有微扰理论、Van der Pol方程、WKB方法、函数积分及非线性振荡。这些知识都是帮助学生认识实际问题 and 理论知识之间的差别,了解解决实际问题时所遇到的困难并学习如何解决实际问题,从而使学生不仅限于解决书本上所提供的在理想化情形下的一些问题。

#### 6 结束语

纵观UMIST物理系的实验教学,笔者感到他们是从学生的实际需求出发,没有局限于物理实验的框架内,而是对学生进行多方位的培养训练,使学生掌握很多实用的技能。UMIST物理系的实验教学有以下几个特点:实验课贯穿于学生的整

个学习过程,实验密度高,强度大;实验课的内容广,除了锻炼学生动手能力的物理实验外,还包括有实验误差、数据处理与实验密切相关的重要内容;重视培养学生查阅资料、与别人合作、写科学报告、作口头报告的能力,为学生今后的工作和学习打下良好的基础;注意课程的设计,使学生更容易对其产生兴趣与好奇;“实验设计”占了实验课的很大比例,培养了学生的创新能力以及探索精

神,调动学生的积极性,并使学生具有很强的自学能力.

#### 参考文献:

- [1] UMIST Physics Department. Handbook 2003 ~ 2004[Z].
- [2] 金恩培. 浅谈美国、加拿大几所大学物理实验教学情况[J]. 物理实验, 2002, 22(1): 45 ~ 48.
- [3] 沈元华. 访德报告[J]. 物理实验, 2002, 22(2): 44 ~ 48.

## Teaching program of physics experiments at UMIST

ZHANG Hui-yun

(Department of Physics, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** Physics experiment teaching at UMIST in UK is introduced briefly. Its specialities, the difference between UMIST and China universities are compared carefully.

**Key words:** physics experiment; experiment teaching; experiment design

(上接第 36 页)

## Searching white light interference fringes of Michelson interferometer by using transmission grating

LIU Zhan-cun, XU Ke-yao

(Department of Physics, Capital Normal University, Beijing 100037, China)

**Abstract:** The method and principle of adjusting white light fringes of the Michelson interferometer by using a transmission grating are introduced, and the related phenomena are discussed.

**Key words:** Michelson interferometer; transmission grating; white light interference fringe

(上接第 41 页)

## Digitization measurement on monitor's screen

HU Jie-sheng, XIANG Dong, GUO Ping

(School of Mathematics and Physics, Nanhua University, Hengyang 421001, China)

**Abstract:** The digitization method of measurement on monitor's screen with the application of the CCD camera technology is studied, and the development of the modern photoelectric comprehensive experimental instrument GDZ-1 based on this method is completed. The technological principle is described, and the systematic error is discussed.

**Key words:** digitization measurement; CCD; photoelectric convert