

# MIT 近代物理实验课程特点及启示

黄松筠, 何彪

(国防科学技术大学理学院, 湖南长沙 410073)

**[摘要]** 麻省理工学院(MIT)是世界上著名的大学之一,其教育理念和课程都有其独特的地方。剖析了MIT近代物理实验课程的特点及其在人才培养方面的作用,以期为我国的教学工作提供有益的参考与借鉴。

**[关键词]** 近代物理实验; MIT; 课程特点

**[中图分类号]** G642.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)S0-0055-03

## A Study on the Modern Physics Experiment in the MIT

HUANG Song-jun, HE Biao

(College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073 China)

**Abstract:** As one of the most famous universities in the world, Massachusetts Institute of Technology (MIT) has its special education idea and course designs. In order to provide some useful and meaningful references for our education, this paper analyses the characteristic of the Modern Physics Experiment in MIT and the effect in personnel training.

**Key words:** Modern Physics Experiment; MIT; characteristic of the Modern Physics Experiment

### 一、MIT 近代物理实验简介

MIT近代物理实验分秋季学期和春季学期两个学期开设,实验内容包括4个介绍性的预备实验,18个正式实验,具体分布见表一。其中秋季学期开设预备实验4个,正式实验12个,春季学期开设正式实验8个,其中有2个实验在秋季和春季学期都有开设。学生两人一组,要求完成2次预备实验,第一次是熟悉实验技术及实验室规则,数据分析和计算工具,如Matlab和Latex等。另一次要求完成2个介绍性实验,时间为3小时,其中一个必须是泊松统计分布实验,另一个是光电效应和电磁脉冲传播中选一个。在此基础上,每个学期从开设的实验中选做4个正式实验,第一次正式实验为5课时,其余实验每次4课时。实验过程中由一位教授、2位助教(一位研究生和一位选过此课的高年级学生)和若干实验技术人员负责指导。

这些实验涉及物理学的多个领域,其课程目标是对具备一定实验基础的同学体验物理过程,更深入的理解理论和实验的关系,体验宏观感受和统治原子及核子亚微观世界真实规律的差异,为将来的研究工作打下扎实的基础。这些实验都是物理学史上经典而精

彩的实验,主要涉及原子物理和核物理等领域,其中散射和量子物理实验3个,原子物理实验5个,核物理实验3个,凝聚态和统计物理实验4个,相对论和粒子物理实验2个,天体物理实验1个。这些物理学史上的经典之作,促进了物理学的重大发展,闪烁着人类智慧的光芒。

### 二、MIT 近代物理实验课程特点

#### (一) 授课特点——学生自主设计,教师适当指导

实验授课遵循学生自己设计为主,教师指导为辅的授课方式。实验一开始,学生就被告知没有完美的教科书,要求学生自己去查阅大量相关的资料,实验室为学生提供了许多相关物理资源的目录及全国性的其它更高级的实验室名单。实验开始前,要求学生制定实验计划和实施方案,完成预习题,熟悉仪器操作和工作原理。实验过程中,要求2个学生相互协作,详细记录实验现象和实验数据,共同完成实验,即使在实验遇到问题时,也要求学生不要急于求助,而是自己先设法解决实验中遇到的问题。整个实验给予学生充分的自主性,教师只在适当的时候对学生加以指

**[收稿日期]** 2013-08-05

**[基金项目]** 国防科学技术大学教育教学研究课题(U2013006)

**[作者简介]** 黄松筠(1961-),男,北京人,国防科学技术大学理学院物理系副教授,硕士研究生,主要研究方向为军用光学。

导。

## (二) 独特的考核方式

MIT 近代物理实验的考核由 6 个部分组成, 具体见表 2。这种独特的考核方式注重学习环节的实际效果, 重点培养学生的思维能力、表达能力与写作能力。实验教学大纲上对各项考核要求都给出了较为详细的说明, 教员和学生都按照要求遵照执行。从表中可以看出, 权重最大的 2 项考核指标为口头测试和书面报告, 每次口头测试给学生 15 - 20 分钟时间, 面对面的回答教授的问题, 这种考核要求学生实验理论有较为深入的了解, 对实验的每个环节都非常熟悉, 这就迫使学生课后去查阅大量相关的资料, 认真的设计和对待实验中的每个环节。对于书面报告, 大纲要求包含实验目的, 有关实验的理论分析, 实验装置及工作流程的描述, 实验结果的描述 (包括错误的

结果), 结果的讨论与分析, 最后得出明确的结论, 报告的格式则要求学生按照正式刊物 (如 Physical Review Letters) 的格式来撰写, 总长度不超过 4 页。报告的成绩按照实验理论或实验目的占 10%、实验描述占 40%、数据及结果分析占 40%、格式和表达占 10% 的比例给出分数。迟交报告则按每天 4% 的比例扣分。这种考核方式对学生提出了非常高的要求, 迫使他们去阅读正式的期刊文章, 按照规范的格式写出实验报告, 这对他们今后撰写科研论文是非常有用的。同时, 每个学生用一个专门的实验记录本记录实验中观察的现象和原始数据, 并对数据进行整理分析, 做出图表等, 教员会定期检查记录本的记录情况并加以指导, 这让学生从一开始就养成尊重实验结果、如实记录、实事求是的实验习惯。

表 1 MIT 实验目录<sup>[1]</sup>

8.13 秋季学期		8.14 春季学期	
介绍性实验		塞曼效应	原子物理
光学		Rb 蒸气的光泵实验	
光电效应		自由多普勒激光光谱	核物理
泊森统计分布		Mossbauer spectroscopy	
电磁脉冲		超导	凝聚态和统计物理
正式实验		NMR 脉冲: spin echoes	
康普顿散射	散射和量子实验	量子信息处理	天体物理
弗兰克-赫兹实验		21 厘米无线电天线天体物理实验	
卢瑟福散射实验			
相对论动力学	相对论和粒子物理		
u 介子宇宙射线的速度及平均寿命实验			
约翰逊噪声&射频频噪声实验	凝聚态和统计物理		
Pulsed NMR: spin echoes			
氢原子光谱实验	原子物理		
X 射线物理			
中子物理	核物理		
Alpha 衰变量子力学实验			
21 厘米无线电天线天体物理实验	天体物理		

表 2 考核内容<sup>[1]</sup>

Activities	8.13 秋季学期	8.14 春季学期
出勤率和实验室表现	10%	8%
实验记录本	10%	10%
预习题和数据分析	10%	10%
口头测试(4 次)	30%	40%
期末公开口头报告	10%	无
4 页的书面报告	30%	32%

## (三) 重视科学精神和学术道德

MIT 在近代物理实验的授课过程中特别重视学生科学精神和学术道德的培养。

阅读能力及查阅资料的能力是基本的科学素养, MIT 特别重视这方面能力的培养。开始实验前, 学生就被告知没有完美的、包罗万象的教课书, 许多的资料都需要学生自己进行深入的挖掘, 这些都是以前报道重大发现的期刊文章或详细的原始资料。实验室还列出了很多相关的文章目录、相关的物理资源, 其它更高

级的实验室等,鼓励学生去阅读,通过阅读把学生引向知识的海洋。

良好的实验习惯及科学的实验记录是必不可少的。每个学生都有一个专门的笔记本,要求学生详细记录实验日期、实验仪器,实验过程、原始数据、计算结果等,并且要求学生给出逻辑清晰,组织合理的图表、图片。对实验数据进行分析是实验中重要的环节,在系列测量中数据改变时要求学生作图,以便判断趋势,找出错误,判断哪里需要更多或更少的数据,要求学生同一量进行多次测量,以便估计测量中的误差和减少错误,鼓励学生利用实验的机会做出尽可能完美的实验数据。

熟练运用计算机是良好科学素养的表现,在介绍性实验中,要求学生掌握基本的计算工具,如 Matlab、LaTex 等。在实验笔记本中,鼓励学生利用计算机来存储和处理实验数据,用计算机将数据绘成图表等。

在教学大纲中,对学生的学术道德提出了明确的要求。大纲提醒学生,声誉良好的期刊文献上的物理实验数据都是作者诚实努力真实观测的结果,如果你按照他们描述的那样去做,你将获得同样的结果,但你可以质疑他们用来解释实验结果的理论。

教学大纲明确的告诫学生,伪造或编造实验数据,未经允许使用他人的实验数据是一种智力上的犯罪,轻则声誉受损,重则导致开除学籍。

### 三、启示与建议

纵观 MIT 近代物理实验课程,对我们的课程设置与授课方式有着重要的启示。

MIT 整个近代物理实验课程中都是以“人的培养”为其基本教育理念和教育目标的,这也是与其以通识教育目标的整个课程体系相一致的。从授课方式和课程特点可以看出,课程不是以知识传授和实验技能等为其教学目标,而是在学习过程中注重学生心智和思维能力的培养。学生通过 10 实验的体验和训练,主要培养学生查阅资料和获取信息的能力,整理凌乱知识建立物理模型的能力,科学合理记录实验过程的能力,

相互协作、交流及演说的能力,科学规范的写作能力等。而我国的教育实施过程中,尽管以创新教育为口号,但并没有将其落实在教育各个具体环节当中。我们的教学往往是内容多而广,学时少,考试形式单一且僵化,学生在学习过程中走马观花,疲于应付,学生印象不深,其实,我们更应该注重教学中各环节对学生阅读、写作、交流、思维等方面的培养,只要学生具备了基本的科学素养及理性的思维,学生与生俱来的创新能力就能发挥出来。

教育过程中注重各教学环节的质量管理是值得我们借鉴的另一个重要方面。MIT 近代物理实验尽管是以学生自主设计,教师适当指导的教学方式,但教师对每个教学环节的管理都非常到位,保证了教学的质量。从 MIT 的网站上可以发现,其对教学中的每个环节的具体要求和做法都有详细的说明,学生和老都严格遵照执行,教学中出现的问题,老师都会及时的给与解答,从而保证每个环节都能做到最好。

### 四、结束语

本文简要介绍了 MIT 近代物理实验课程的相关情况,并对其特点进行了深入的剖析。研究发现,MIT 近代物理实验课程这种学生为主导的教学模式、独特的考核方式、以及以科学精神及学术道德培养为目标的教學理念,对我国的教學都有很好的参考意义。我们应在借鉴他人有益经验的基础上,不断提高我们的教学水平!

### [参考文献]

- [1] 美国麻省理工学院官方网站:<http://ocw.mit.edu>.
- [2] 戴乐山. 美国麻省理工学院对近代物理实验课的要求. 物理实验[J], 1994, 14(4): 179-183.
- [3] 沈元华. 访美归来谈物理实验的教学改革. 物理实验[J], 2001, 21(6): 43-46.
- [4] 王鑫, 刘全慧. 工作室课堂与大学物理教育. 大学物理[J], 2010, 29(2): 54-56.

(责任编辑: 胡志刚)