

《演示实验》课程教学大纲

一、课程基本信息

英文名称	Demonstration Experiments	课程代码	PHYE1030
课程性质	专业选修课程	授课对象	物理学师范
学 分	2 学分	学 时	72 学时
主讲教师	董裕力	修订日期	2023 年 4 月
指定教材	郎海涛,《物理演示实验》(第一版),机械工业出版社,2018.		

二、课程目标

(一) 总体目标:

演示实验是物理学和物理学(师范)专业选修课。作为物理教学的重要组成部分,本课程精选普通物理力学、热学、电磁学、光学中八十多个左右能揭示物理概念和规律的演示实验项目,学生通过亲自动手操作、观察思考,对物理现象进行解释,从而掌握物理规律、提高学生的实验操作能力和实验设计能力。师范生通过演示实验的教学与训练,熟悉从事中学物理教学的基本实验技术,掌握中学演示实验教学的关键,提高学生实验原理讲解、实验演示的水平,为学生毕业后进行中学物理教学与实验研究打下良好的基础。

(二) 课程目标:

课程目标 1: 培养和提高学生基本的科学实验能力。通过自行阅读实验教材和其它资料,能正确概括出实验内容、方法和要求,做好实验前的准备;动手能力,借助教材和仪器说明书,正确调整和使用仪器;安排实验操作顺序,把握主要实验技能,排除实验故障;掌握常规物理实验仪器的使用,掌握科学实验的数据处理方法和科学实验报告的形成,为进一步学习和从事科学实验研究打下坚实的基础;运用所学物理知识,对实验现象和结果进行观察分析判断,得出结论;正确记录和处理实验数据,正确表达实验结果,撰写合格的实验报告。

课程目标 2: 培养学生形成良好的实验习惯和提高学生科学实验素养。要求学生养成理论联系实际和实事求是的科学作风,学会用科学辩证法思考问题和解决问题;通过自制教具环节,使学生树立严肃认真的工作态度,培养主动研究的探索精神和创新意识,全方位提高物理实验技能。

课程目标 3: 通过对现代科学技术前沿的新技术、新发明、新材料、新探索、新成果的学习,分享现代科学技术飞跃发展的喜悦,激发学生的爱国主义情怀。培养学生遵守纪律、遵守操作规程、爱护公共财物、团结协作的优良品德。

(三) 课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

表 1: 课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表

课程目标	对应课程内容	对应毕业要求（及对应关系说明）	
课程目标 1	力学演示实验 热学演示实验 光学演示实验 电磁学演示实验	3-4 掌握基本物理实验方法与技能	通过演示实验的预习、训练和书写报告，掌握实验原理和方法，增强实验技能
课程目标 2	力学演示实验 热学演示实验 光学演示实验 电磁学演示实验 演示实验拓展	6-2 重视物理教学的教育功能，结合具体的物理内容进行爱国主义教育	通过自制教具环节，使学生树立严肃认真的工作态度，培养主动研究的探索精神和创新意识，提高学生基本实验技能。要求学生理论联系实际、实事求是的科学作风，应用科学理论解释生活中的一些现象，学会用科学辩证法思考问题和解决问题
课程目标 3	力学演示实验 热学演示实验 光学演示实验 电磁学演示实验 演示实验拓展	辩证唯物主义教育	了解现代科学技术前沿知识，激发学生的爱国主义情怀。培养学生遵守纪律、遵守操作规程、爱护公共财物、团结协作的优良品德

三、课程教学内容

实验项目 1 力学演示(一)

1. 教学目标

掌握力学演示实验的原理、方法，掌握实验所涉及的质点运动学、动力学及刚体定轴转动等的物理概念和物理规律的知识。

2. 教学重难点

理论和实验联系，利用理论有效的解释实验现象

3. 教学内容

3.1 机械能及机械能守恒系列

① 锥体上滚轮演示装置

② 滚摆(麦克斯韦滚)

③ 五联球碰撞演示

④ 过山车

3.2 角动量及角动量守恒系列

① 茹科夫斯基转椅演示角动量守恒

② 悬挂式角动量守恒仪

③ 大型回转定向仪(角动量守恒的应用)

④ 陀螺的进动

⑤ 车轮的进动

⑥ 角动量综合演示仪

3.3 刚体的平面运动和定轴转动系列

① 角速度矢量合成演示

② 刚体的平面平行运动(斜面圆柱式)

③ 转动定理演示仪

④ 滚摆(麦克斯韦滚)

4. 教学方法

教师演示部分实验，学生完成所有实验，撰写实验报告

5. 教学评价

实验报告，汇报

实验项目 2 力学演示(二)

1. 教学目标

掌握力学演示实验的原理、方法；掌握实验所涉及的液体力学、振动、波动等方面的物理概念和物理规律。

2. 教学重难点

理论和实验联系，利用理论有效的解释实验现象

3. 教学内容

3.1 机械振动系列

① 单摆的共振演示

-
- ② 弹簧的受迫振动与共振演示
 - ③ 弹簧片的受迫振动与共振演示
 - ④ 振动合成演示
 - ⑤ 傅科摆
 - ⑥ 音叉的共鸣

3.2 波动系列

- ① 几种驻波现象的演示(弦驻波、纵驻波、环驻波)
- ② 水波盘演示仪
- ③ 鱼洗
- ④ 横波与纵波演示仪

3.3 气体分子运动论和流体力学系列

- ① 速率分布演示
- ② 伯努利旋浮器
- ③ 伯努利定律演示仪
- ④ 气体流速与压强的关系演示
- ⑤ 空气内摩擦
- ⑥ 气体动理论的模拟演示
- ⑦ 飞机升力

4. 教学方法

教师演示部分实验，学生完成所有实验，撰写实验报告

5. 教学评价

实验报告，汇报

实验项目 3 热学演示

1. 教学目标

掌握热学演示实验的原理、方法；掌握实验所涉及的物理概念和物理规律。

2. 教学重难点

理论和实验联系，利用理论有效的解释实验现象

3. 教学内容

- ① 气体理论的模拟演示

-
- ② 布朗运动
 - ③ 统计规律与正态分布
 - ④ 热管工作原理演示
 - ⑤ 液体的表面张力演示
 - ⑥ 球形液面内外的压强差
 - ⑦ 沸点与压强的关系
 - ⑧ 饱和蒸气压与温度的关系

4. 教学方法

教师演示部分实验，学生完成所有实验，撰写实验报告

5. 教学评价

实验报告，汇报

实验项目 4 电磁学演示(一)

1. 教学目标

掌握电磁学演示实验的原理、方法；掌握实验所涉及静电场和电学综合方面的物理概念和物理规律。

2. 教学重难点

理论和实验联系，利用理论有效的解释实验现象

3. 教学内容

3.1 静电学类

- ① 点电荷和电偶极子的电场分布演示实验
- ② 静电跳球
- ③ 静电摆球
- ④ 静电除尘
- ⑤ 静电滚筒演示尖端放电
- ⑥ 电风轮演示尖端放电
- ⑦ 电风吹蜡烛演示尖端放电
- ⑧ 避雷针原理
- ⑨ 异型导体表面的电荷分布
- ⑩ 鸟笼演示静电屏蔽

⑪ 有极分子电介质的极化模型演示

⑫ 神奇的辉光球

⑬ 雅各布天梯

⑭ 高压带电作业

3.2 电学综合

① 手触电池

② RC 时间常数实验演示

③ 基尔霍夫定律实验演示

④ 温差电磁铁

⑤ 温差热电偶实验

⑥ 电光调制

4. 教学方法

教师演示部分实验，学生完成所有实验，撰写实验报告

5. 教学评价

实验报告，汇报

实验项目 5 电磁学演示(二)

1. 教学目标

掌握电磁学演示实验的原理、方法；掌握实验所涉及磁场、电磁感应、电磁波等方面的知识。

2. 教学重难点

理论和实验联系，利用理论有效的解释实验现象

3. 教学内容

3.1 磁场

① 巴比伦演示仪演示磁力矩

② 安培力演示实验

③ 巴克豪森效应演示铁磁质磁化过程中磁畴的移动

④ 热磁轮演示铁磁质的居里点

⑤ 磁力演示仪

3.2 电磁感应

-
- ① 大线圈中插拔磁铁或磁场变化演示电磁感应现象
 - ② 磁悬浮及涡电流阻力现象演示仪(磁体在铝管和铜管内的运动)
 - ③ 电磁驱动演示
 - ④ 单向旋转磁场演示异步电动机原理
 - ⑤ 涡流热效应演示
 - ⑥ 两种跳环式楞次定律实验演示
 - ⑦ 涡流阻尼摆演示实验
 - ⑧ 趋肤效应
 - ⑨ 超导磁悬浮列车
 - ⑩ 光点反射磁致伸缩演示仪
 - ⑪ 傅立叶分解合成

4. 教学方法

教师演示部分实验，学生完成所有实验，撰写实验报告

5. 教学评价

实验报告，汇报

实验项目 6 光学演示

1. 教学目标

掌握光学演示实验的原理、方法；掌握以上实验所涉及几何光学和物理光学的物理概念和物理规律。

2. 教学重难点

理论和实验联系，利用理论有效的解释各种光学实验现象

3. 教学内容

3.1 几何光学系列

- ① 透镜成像及薄透镜焦距的测定
- ② 透镜像差
- ③ 弯曲的激光束（反射、折射）
- ④ 光学幻影
- ⑤ 视觉错觉
- ⑥ 反射多像簇的动态变换演示仪

⑦ 折射率梯度记录及测量

3.2 光的干涉系列

- ① 杨氏双缝干涉演示实验
- ② 双面镜干涉演示实验
- ③ 双棱镜干涉演示实验
- ④ 洛埃镜干涉实验演示实验
- ⑤ 等厚干涉（牛顿环、劈尖）
- ⑥ 迈克尔逊干涉仪
- ⑦ 细玻璃管的干涉实验
- ⑧ 用读数显微镜观察劈尖干涉
- ⑨ 薄云母片的等倾干涉

3.3 光的衍射系列

- ① 菲涅耳衍射（圆孔、圆屏、直边、矩孔、叉丝、十字孔……）
- ② 夫琅和费衍射（圆孔、单缝、双缝、圆屏、一维光栅、二维正交光栅……）
- ③ 用分光计做光栅衍射实验
- ④ 波带片
- ⑤ 菲涅耳衍射与夫琅和费衍射的区别

3.4 光的偏振系列

- ① 偏振光演示仪（用偏振片获得和检验偏振光）
- ② 用反射和折射获得偏振光（验证布儒斯特定律）
- ③ 双折射现象及双折射引起的偏振
- ④ 显色偏振
- ⑤ 会聚偏振光的干涉
- ⑥ 旋光效应与旋光色散
- ⑦ 人为双折射现象（应力双折射、磁致双折射、电致双折射）
- ⑧ $1/4$ 波片， $1/2$ 波片；圆偏振光、椭圆偏振光的产生与检验

3.5 光学信息处理系列和近代物理

- ① 全息照相的再现
- ② 阿贝成像原理和空间滤波
- ③ 模拟光通讯

④ 超导磁悬浮演示

⑤ 记忆合金演示

4. 教学方法

教师演示部分实验，学生完成所有实验，撰写实验报告

5. 教学评价

实验报告，汇报

四、学时分配

表 2：各章节的具体内容和学时分配表

章节	章节内容	学时分配
第 0 章	绪论	4 学时
第 0 章	软件使用，文献查询	8 学时
第一章	力学演示一	12 学时
第一章	力学演示二	12 学时
第二章	热学演示	4 学时
第三章	光学演示	8 学时
第三章	电磁学演示一	8 学时
第四章	电磁学演示二	8 学时
	期末汇报	8 学时

五、教学进度表

表 3：教学进度表

周次	章节名称	内容提要	授课时数	作业及要求	备注
----	------	------	------	-------	----

1	绪论	演示实验课程介绍	4	了解演示实验的类型及注意事项；掌握演示实验的方法和技巧	
2	介绍	介绍 word、ppt 等软件的下载使用，文献、视频的搜集整理	4	安装 office 系列软件，phyphox 软件使用，搜集整理居家实验，演示实验，自制教具等文献、资料	
3	介绍	介绍 phyphox、Algodoo 等数据、模拟软件，介绍各种演示实验案例	4		
4	力学	机械能及机械能守恒系列	4	掌握锥体上滚轮演示装置；滚摆(麦克斯韦滚)；五联球碰撞演示；过山车等实验	
5	力学	角动量及角动量守恒系列	4	掌握茹可夫斯基转椅演示角动量守恒；悬挂式角动量守恒仪；大型回转定向仪(角动量守恒的应用)；陀螺的进动；车轮的进动；角动量综合演示仪等实验	
6	力学	刚体的平面运动和定轴转动系列	4	掌握以上演示实验的原理、方法；掌握实验所涉及的质点运动学、动力学及刚体定轴转动等的物理概念和物理规律的知识	
7	力学	机械振动系列	4	掌握单摆的共振演示、弹簧的受迫振动与共振演示、弹簧片的受迫振动与共振演示、振动合成演示等实验	
8	力学	波动系列	4	几种驻波现象的演示(弦驻波、纵驻波、环驻波)、水波盘演示仪、鱼洗、横波与纵波演示仪等	
9	力学	气体分子运动论和流体力学系列	4	掌握速率分布演示、伯努利旋浮器、伯努利定律演示仪等实验的演示技巧	

10	热学	热学演示	4	掌握布朗运动、统计规律与正态分布、热管工作原理演示、液体的表面张力演示、球形液面内外的压强差、沸点与压强的关系等实验
11	光学	几何光学系列	4	掌握透镜成像及薄透镜焦距的测定、透镜像差、弯曲的激光束（反射、折射）、光学幻影、视觉错觉、反射多像簇的动态变换演示仪、折射率梯度记录及测量等实验
12	光学	光的干涉系列	4	掌握杨氏双缝干涉演示实验、双面镜干涉演示实验、双棱镜干涉演示实验、洛埃镜干涉实验演示实验、等厚干涉（牛顿环、劈尖）、迈克尔逊干涉仪、细玻璃管的干涉实验、用读数显微镜观察劈尖干涉、薄云母片的等倾干涉等实验
13	电磁学	静电学类一	4	点电荷和电偶极子的电场分布演示实验、静电跳球、静电摆球、静电除尘、静电滚筒演示尖端放电、电风轮演示尖端放电、电风吹蜡烛演示尖端放电
14	电磁学	静电学类二	4	掌握避雷针原理、异型导体表面的电荷分布、鸟笼演示静电屏蔽、有极分子电介质的极化模型演示、神奇的辉光球、雅各布天梯、高压带电作业等实验
15	电磁学	磁场类	4	掌握巴比伦演示仪演示磁力矩、安培力演示实验、巴克豪森效应演示铁磁质磁化过程中磁畴壁的移动、热磁轮演示铁磁质的居里点、磁力演示仪等实验

16	电磁学	电磁感应类实验	4	学会演示大线圈中插拔磁铁或磁场变化演示电磁感应现象、磁悬浮及涡电流阻力现象演示仪（磁体在铝管和铜管内的运动）、电磁驱动演示、单向旋转磁场演示异步电动机原理、涡流热效应演示等实验	
17	期末汇报	学生期末汇报	4	学生汇报	
18	期末汇报	学生期末汇报	4	学生汇报	

六、教材及参考书目

教材：

郎海涛，《物理演示实验》（第一版），机械工业出版社，2018.

参考书目：

1. 《物理演示实验教程（第2版）》，路峻岭主编. 清华大学出版社，2015.1.
2. 《大学物理演示实验》，卢荣德主编. 中国科学技术大学出版社，2014.9.
3. 《物理演示实验精编》，沈永昭、许永生编. 苏州大学出版社，1998.3.

七、教学方法

本课程主要通过启发式、交互式、讨论式、探究式教学方法，增加学生主动参与教学活动的意识。通过教师演示实验、利用视频资料等多媒体直观实验教学素材，充分调动学生的学习兴趣 and 加深对各种理论知识的理解。实验过程中每人一台套仪器，独立实验，并且运用情境教学式、讨论式等多种教学方法进行综合教学。将实验分不同模块，然后让学生先自学，再动手实验，最后以个人形式系统汇报学习成果，学生之间进行讨论，最后教师进行补充、点评、总结。在教学过程中，根据具体教学内容、学生的学习掌握情况，适时调整和优化教学方法，提高教学效果。

八、考核及成绩评定方式

（一）课程考核与课程目标的对应关系

表 4：课程考核与课程目标的对应关系表

课程目标	考核要点	考核方式
课程目标 1	相关教学内容	平时表现、实验报告、期末汇报
课程目标 2	相关教学内容	平时表现、实验报告、期末汇报
课程目标 3	相关教学内容	平时表现、实验报告、期末汇报

(二) 评定方法

平时成绩（作业、讨论等）20%，报告，占 50%，期末汇报，占 30%。

(三) 评分标准

课程 目标	评分标准				
	90-100	80-89	70-79	60-69	<60
	优	良	中	合格	不合格
	A	B	C	D	F
课程 目标 1	完全掌握该课程的基础知识，完全理解演示实验的实验原理，熟练掌握各种实验技能	熟练掌握该课程的基础知识，完全理解演示实验的实验原理，熟练掌握各种实验技能	熟练掌握该课程的基础知识，完全理解演示实验的实验原理，掌握各种实验技能	基本掌握该课程的基础知识，完全理解演示实验的实验原理，基本掌握各种实验技能	基本掌握该课程的基础知识，演示实验的实验原理理解不透彻，实验技能有所欠缺
课程 目标 2	应用实验技能，熟练自制教具环节，具备较好的创新精神，熟练掌握用科学辩证法思考问题和解决问题	应用实验技能，熟练自制教具环节，具备良好的创新精神，掌握用科学辩证法思考问题和解决问题	应用实验技能，基本熟练自制教具环节，具备良好的创新精神，掌握用科学辩证法思考问题和解决问题	应用实验技能，基本掌握自制教具环节，具备一定的创新精神，基本掌握用科学辩证法思考问题和解决问题	应用实验技能，自制教具环节较弱，创新精神欠缺，一定程度掌握用科学辩证法思考问题和解决问题
课程 目标 3	熟悉学科前沿，具有较好的爱国主义情怀，具有较好的纪律性，团结协作能力	熟悉学科前沿，具有较好的爱国主义情怀，具有较好的纪律性，团结协作能力	了解学科前沿，具有较好的爱国主义情怀，具有良好的纪律性，团结协作能力	基本了解学科前沿，具有爱国主义情怀，具有良好的纪律性，团结协作能力	基本了解学科前沿，具有爱国主义情怀，纪律性，团结协作能力欠缺