

# 上海高校基础物理实验课程 教学规程

(2013年7月版)

上海高校基础物理实验教学规程课题组

上海高校基础物理实验教学指导委员会

2013年7月

## 前 言

为深入贯彻《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》和胡锦涛总书记在庆祝清华大学建校100周年大会上的重要讲话精神，根据《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见（教高【2012】4号）》中提出的强化实践育人环节，分类制订实践教学标准的要求。针对上海高校基础物理实验教学的现状和发展，按照上海市教委的指导精神，为推进上海高校基础物理实验教学改革的进程，切实提高物理实验教学质量，参照教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会物理学类专业教学指导分委员会《高等学校物理学本科指导性专业规范》（2010年版）和《理工科类大学物理实验课程教学基本要求》（2010年版），制定上海高校基础物理实验课程教学规程。

基础物理实验是高等学校理工科类学生进行科学实验和工程实践的基础，是开设理工科类专业高校的一门公共基础必修课，对基础物理实验课程教学基本规程的制定具有必要性。基础物理实验课程教学规程制定的目标是推进上海高校基础物理实验教学改革和发展，切实保障和提高物理实验教学质量。规程从实验室和实验教学基本条件、师资队伍、实验教学要点和基本实验内容等方面，制定一套科学的、普适于上海高校人才培养要求、具有可操作性的基础性实验课程教学规程。规程强调基本物理实验方法和技能、数据读取与分析能力、理论联系实际和综合实践能力，同时鼓励创新和学校的办学特色，各高校可结合本校的办学定位、培养目标和办学特色设置相应的实验内容。

本规程适用于上海高校工科专业和理科非物理专业的本科基础物理实验教学，对上海高校基础物理实验室建设、实验教学改革具有指导作用，规程的制定、修改，以及相关的解释权属于上海高校基础物理实验教学指导委员会。

---

# 目 录

一、 实验教学要求.....	1
1. 基础物理实验教学课程地位.....	1
2. 基础物理实验教学课程任务.....	1
3. 基础物理实验课程学习基本要点.....	1
4. 基础物理实验教学分层分类要求.....	2
5. 学生能力培养的基本要求.....	3
6. 课程教学相关文档的基本要求.....	4
7. 实验教学方法和实验考核基本要求.....	4
二、 实验教学内容.....	5
1. 实验教学内容基本要求.....	5
2. 基础物理实验项目参考.....	8
三、 实验教学师资队伍.....	11
1. 实验教学师资队伍范围.....	11
2. 实验教学师资队伍配置.....	11
四、 实验教学环境与条件.....	12
1. 实验教学用实验室要求.....	12
2. 实验教学用实验仪器设备要求.....	12
3. 实验教学信息化要求.....	13
4. 实验室环境与相关规章制度要求.....	13
五、 提高实验教学质量的措施.....	14
1. 信息化和多媒体实验课程教学.....	14
2. 实验教学中的讨论交流.....	14
3. 特色物理实验教学建设与推广.....	14
4. 实验教学与科研的结合.....	15
5. 促进物理实验教学的国际化.....	15
6. 物理实验相关竞赛平台建设.....	15

---

## 一、实验教学要求

### 1. 基础物理实验教学课程地位

#### 1.1 理工科类学生公共基础必修课程

物理学是自然科学和工程技术的基础学科，渗透于自然科学和生产技术的各个领域。物理学本质上是一门实验科学，实验思想、方法和手段是科学实验的基础，所以基础物理实验是高等学校理工科类学生进行科学实验和实践的基础，是一门重要的公共基础必修课程。

#### 1.2 创新研究人才、自然科学素养的基础

物理实验课程内容丰富、覆盖面广，具有丰富的实验思想、实验方法和技术，能够提供基本实验方法和技能的综合训练，在培养学生理论联系实际、科学实验方法、探索精神和创新意识等方面具有重要的作用，是培养自然科学素养和创新研究人才的基础。

### 2. 基础物理实验教学课程任务

基础物理实验是高等学校理工科类学生进行科学实验和工程实践的基础，是理工类专业学生一门重要的公共基础必修课，本课程的主要任务是：

- [1] 培养学生的科学实验基本技能，训练学生实验科学的思想、方法和技术。
- [2] 培养学生理论联系实际、实事求是、探索精神和创新意识，提高学生科学实验基本素质，通过课程学习，使学生初步具备从事科学实验的基础。

### 3. 基础物理实验课程学习基本要点

课程学习要点细则参照教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会《理工科类大学物理实验课程教学基本要求》(2010年版)执行，本规程强调以下基本要点：

- [1] 课程开设：独立开课。

---

[2] 总学时数：一般不低于 54 学时。

[3] 总学分数：一般不低于 2 学分。

[4] 实验项目学时：每个实验项目学时一般不低于 3 学时，  
有条件建议每次实验 3—4 学时。

[5] 先修课程：有条件建议先修《高等数学》、《大学物理》。

#### **4. 基础物理实验教学分层分类要求**

为适应不同学生物理实验学习的需求，各高校在建设分层次物理实验课程体系的同时，大学物理实验课程本身也应开设一定数量的基础性物理实验、综合性物理实验、设计性或研究性物理实验，这三类实验教学层次的学时比例建议大致分别为：60%、30%、10%，各高校可根据本校的特点和需要适当调整，但建议综合性物理实验、设计性或研究性物理实验的学时调整幅度分别不高于 25%（参照：教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会《理工科类大学物理实验课程教学基本要求》（2010 年版））。

##### **4.1 基础性实验项目**

建议占总学时比例大致 60%，主要涉及基本物理量的测量、基本物理实验器具的使用、基本物理实验技能和方法、基本实验数据记录和处理，可涉及力学、热学、声学、光学、电磁学、近代物理学等各个领域的内容，但每个实验主要关注一个知识点的实验。此类实验为适应各专业的普及性和基础性实验。

##### **4.2 综合性实验项目**

建议占总学时比例大致 30%，指在同一个实验中涉及力学、热学、声学、光学、电磁学、近代物理学等学科中两个知识点以上的实验，或需要综合应用多种方法和技术的实验项目。此类实验目的是巩固基础性实验的学习成果、培养学生对实验方法和实验技术的综合运用能力。

##### **4.3 设计性或研究性实验**

建议占总学时比例大致 10%，设计性实验的特点是给定实验题目，学生自行设计实验方案、选择实验器具、采用合理实验方法完成实验内容并分析实验结果，研究性实验的特点是涉及探究性的实验内容或科学研究的实验过程、实验方法。

---

更多的设计性或研究性实验的训练，建议各高校实验室创造条件，建设研究性实验室、实践活动实验室，供兴趣浓厚、学有余力的学生从事研究性物理实验或创新实践活动。本科生研究性实验的特征是体现科学研究过程的经历，不看重研究内容和成果。

## 5. 学生能力培养的基本要求

通过基础物理实验课程的学习和训练，学生应当在以下实验能力方面得到培养：

### 5.1 独立实验的能力

- [1] 学生通过阅读实验指导书或参考文献，理解实验原理、实验方法、实验装置等，能够独立操作，独立思考，完成实验。
- [2] 能够独立正确读取、记录科学实验数据。
- [3] 能够独立撰写实验报告。依据实际情况，不一定要求每个实验项目都撰写实验报告或撰写完整实验报告，但学生应当具备撰写完整实验报告的能力，明了规范化的实验报告所包含的内容和形式，掌握如何用图表分析处理实验数据，用文字、公式、示意图讨论实验结果和实验思考题。

### 5.2 基本物理器具应用能力

无需说明书或适当参考说明书，即能熟练操作和应用基本物理器具，如游标卡尺、千分尺、非标鼓轮、天平、秒表、电流电压表、电桥、信号发生器、示波器、交直流电源、各类光源、分光计等，各种仪表包括模拟和数字仪表。

### 5.3 实验的观察思考和分析判断能力

对实验过程中出现的物理现象、实验问题或简单故障，要善于观察，勤于思考，融合理论知识、实验原理和方法、具体情况加以分析，通过分析能够给出自己的见解或判断，逐步提高学生发现问题、分析问题和解决问题的能力；对实验数据和实验结果，能够分析，正确处理并给出结论。

---

## 5.4 初步的创新研究能力

对设计性实验能够选择合理的实验仪器,自行设计实验方案。对综合性实验能够综合理解实验方法和原理,独立操作各类物理实验仪表并完成实验内容。在实验过程中初步形成自己的观点或提出自己的方法和技巧,基本具备参加各类创新实践活动、学科竞赛和带有研究性物理实验的能力。

## 6. 课程教学相关文档的基本要求

对于量大而面广,为不同学科专业学生开设的基础物理实验课程,应当完善以下实验教学相关的文档资料,指导学生进入实验室学习,规范教师完成实验教学:

- [1] 基础物理实验课程教学大纲。
- [2] 基础物理实验课程教材、讲义或指导书、教案。
- [3] 在实验室内外,应适当配置图文并茂的实验项目内容简介。

## 7. 实验教学方法和实验考核基本要求

### 7.1 实验教学方法

基础物理实验教学方法注重以学生为本、教师为辅,注重培养实验方法和实验技能,注重引导学生观察和分析,鼓励建立有利于帮助学生实验学习的各种教学模型和媒体辅助,鼓励课堂、实验室、网络、媒体等多种实验教学形式。

### 7.2 实验考核

实验考核是实验教学中的重要环节,是检验学生物理实验学习情况和物理实验教学质量的重要一环,考核应当注重检验学生实验能力和实践技能,鼓励建立能够反映学生科学实验能力的多样化的考核方式。

除实验考核外,学生基础物理实验的成绩评定还应当从实验预习、实验操作、报告撰写、讨论交流等方面予以考查。

---

## 二、实验教学内容

### 1. 实验教学内容基本要求

#### 1.1 教学内容涉及的领域

教学内容应涵盖力学、热学、声学、光学和电磁学实验，以及一定数量的近代物理实验内容。

#### 1.2 教学内容涉及的实验技能

- [1] 有效数字、测量误差、不确定度基本知识。掌握有效数字、测量误差和不确定度的基本概念，学会使用不确定度对直接测量和间接测量结果进行评估。
- [2] 正确记录、分析处理实验数据，正确分析和评估实验结果。
- [3] 掌握处理实验数据的列表法、作图法、最小二乘法，适当引入并掌握计算机处理实验数据的基本方法。
- [4] 掌握实验操作中的零点调整、水平垂直调整、光路共轴调节、视差消除等技术。
- [5] 基本电路连接和故障判断。能够依据给定的物理实验电路图，正确连接电路，进行简单的电路故障检查和排除。

#### 1.3 教学内容涉及的物理量

基础物理实验教学内容应当涉及但不限于以下基本物理量的测量：

- [1] 长度、质量、时间、温度、电流、发光强度。
- [2] 力、热量、电量、压强、磁感应强度、声强、电压、电阻、电容、电感、频率、折射率等。

#### 1.4 教学内容涉及的实验方法

基础物理实验教学内容应当涉及以下基本物理实验方法：

- [1] 比较法：利用标准量具将待测物理量与选做标准单位的

---

物理量进行比较的实验方法。

- [2] 转换法：某些物理量不易直接测量，或某些现象不易直接显示，可把所要测量的物理量或观察的现象转换成其它量进行间接观察和测量，尤其是力学、热学、声学、光学、电磁学等物理量的相互转换。
- [3] 放大法：针对微小变化物理量的测量，学习利用特殊的测量装置或技术将被测物理量放大后再进行测量，提高测量精度。基础物理实验一般应涉及游标放大、螺旋测微放大、机械/光学杠杆放大、累积放大、共振/谐振放大、光学装置放大等。
- [4] 模拟法：建立在相似理论上，人为创造模型与原型有相似的物理过程、几何形状、或相同的数学规律，间接观测或研究物理量的实验方法。
- [5] 补偿法：由于物理实验中客观条件或物理器具的非理想性，对实验测量结果会造成较大误差，补偿法就是人为制造另一种效应去抵消或补偿这个非理想因素的影响，使这种影响减弱或对测量无影响。
- [6] 平衡法：训练学生利用物理平衡态的概念将处于比较物理量之间的差异逐渐减小到零从而实现测量的实验方法。如利用热平衡实现温度测量、利用力平衡实现质量测量、利用电平衡（电桥）实现电阻/电感/介电常数/磁导率测量等。
- [7] 干涉衍射法：学习利用波的干涉衍射现象，通过计量干涉衍射条纹的数目或条纹的改变量，实现对物体的尺度、位移、角度、曲率、折射率、波源参数等相关物理量的测量。

### 1.5 教学内容涉及的物理器具

基础物理实验教学内容应当涉及以下基本物理实验器具：

- [1] 长度测量仪器：米尺、游标卡尺、螺旋测微器等。
- [2] 质量测量仪器：分析天平或电子天平。

- 
- [3] 时间测量仪器：秒表。
  - [4] 温度测量仪器：温度计。
  - [5] 电流测量仪器：电流计/电流表
  - [6] 光强测量仪器：光强计。
  - [7] 常用器件：标准电池、电阻箱、电感箱、电容箱等。
  - [8] 常用电源：交流/直流电压源、交流/直流电流源。
  - [9] 常用光源：激光器、钠灯、汞灯。
  - [10] 电压测量仪表：数字电压表/指针电压表。
  - [11] 交流直流电桥。
  - [12] 分光计。
  - [13] 信号发生器。
  - [14] 示波器。

## 1.6 数字和模拟仪表

数字仪表和模拟仪表在基础物理实验教学内容中都应当涉及，在教学中数字仪表与模拟仪表的平衡和取舍建议遵循以下原则：

- [1] 数字仪表和模拟仪表在实验教学内容中适当兼顾。
- [2] 无论数字仪表还是模拟仪表，在数据记录和数据分析处理中仍然注意有效数字和仪器误差的基本概念。

## 1.7 坐标纸作图与利用计算机作图

科学作图是基础物理实验教学的重要内容，教学中应当兼顾运用坐标纸作图和计算机作图两种方式：

- [1] 在基础物理实验教学内容安排中，建议保留坐标纸作图的实验训练。

---

[2] 在掌握坐标纸作图规范的情况下, 可以提倡用计算机软件处理数据。

## 2. 基础物理实验项目参考

基础物理实验覆盖面广, 涉及力学、热学、声学、光学、电磁学和近代物理等多个领域, 在实验项目的选择上应当适当兼顾, 可从下列基本物理实验项目中遴选。为适应不同专业学生物理实验学习的需求, 结合各高校各自特点, 允许开设特色实验项目, 但建议其比例不超过总实验项目数的 30%。

### 2.1 基本的物理实验项目

各高校根据自身特点可以从以下选题中选择, 所选量建议约占或超过所开设实验项目总量的 70%。

#### 力学、声学实验

- [1] 速度、加速度的测定
- [2] 动量守恒、能量守恒
- [3] 质量与密度的测量
- [4] 单摆、复摆、耦合摆
- [5] 转动惯量的测量
- [6] 弹性模量的测量
- [7] 简谐振动、阻尼振动、受迫振动
- [8] 声速的测量
- [9] 液体表面张力的测量
- [10] 液体粘滞系数的测量

#### 热学实验

- [11] 比热的测量

- 
- [12] 热导率的测量
  - [13] 线膨胀系数的测量
  - [14] 熔化热、汽化热的测量
  - [15] 气体比热容比的测量
  - [16] 温度传感和温度测量

### 电磁学实验

- [17] 直流电桥
- [18] 交流电桥
- [19] 示波器的使用
- [20] 变阻器的使用
- [21] 非线性元件的伏安特性
- [22] 灵敏检流计的特性研究
- [23] RLC 电路暂态特性
- [24] 静电场的描绘
- [25] 磁场和磁场分布的测量
- [26] 安培力的特性
- [27] 霍尔效应实验
- [28] 磁阻效应
- [29] 弱电流、弱电压、弱电阻测量

### 光学实验

- [30] 几何光学：薄透镜焦距、平行光管等

- 
- [31] 分光计的调整与使用
  - [32] 单色仪的调整与应用
  - [33] 牛顿环等厚干涉实验
  - [34] 光栅衍射实验
  - [35] 迈克尔逊干涉实验
  - [36] 缝、孔衍射现象与光强分布实验
  - [37] 折射率的测量
  - [38] 电光调制实验
  - [39] 声光调制实验
  - [40] 光的偏振
  - [41] 旋光特性
  - [42] 光速测量

#### 近代物理实验

- [43] 密立根油滴实验
- [44] 全息技术
- [45] 光电效应
- [46] 电子衍射
- [47] 法拉第效应
- [48] 光纤传感与应用
- [49] 黑体辐射
- [50] 传感器特性（可与计算机数据采集结合）

---

## 2.2 自选或特色物理实验项目

各高校结合自身特色,在把握好实验教学的量和质的平衡下,鼓励创新,自行开设一定数量的物理实验项目。本部分选题建议约占或低于所开设实验项目总量的 30%。

## 三、实验教学师资队伍

为保障物理实验教学的正常运行和教学质量,建立有利于培养学生实践能力和创新能力的实验教学体系,各高校要建设一支相对稳定、高质量的实验教学师资队伍。

### 1. 实验教学师资队伍范围

基础物理实验教学师资队伍包括从事物理实验教学与科研、仪器设备维护与管理工作的 人员,一般由实验教师、实验技术人员、实验室管理人员组成。

#### 1.1 物理实验教师

物理实验教师主要从事物理实验教学、物理实验教学研究 与改革、物理实验项目开发及科学研究为主要岗位职责。

#### 1.2 物理实验技术人员

物理实验技术人员主要从事物理实验教学辅助、物理实验 仪器设备运行管理与开发利用、自制实验教具、物理实验项目 开发与研究、部分物理实验教学与辅导。

#### 1.3 实验室管理人员

实验室管理人员主要从事实验室与实验教学事务性工作, 负责实验仪器设备的保管、实验室的日常管理及日常事务的 协调等工作。

### 2. 实验教学师资队伍配置

#### 2.1 实验教师数

学校应配置相对稳定的基础物理实验教学师资队伍,建议 按选课学生每 200 人至少配备 1 位教师,原则上每位教师同一 时间

---

段指导学生数不超过 20 人。

## 2.2 实验技术人员数

学校应配置实验技术人员队伍管理维护实验教学设备、辅助物理实验教学、开发物理实验项目、自制实验教具，一般情况建议按运行的实验项目每 100 项（套）数至少配备 1 名实验技术人员，并依据实验室面积、实验项目数、实验教学运行负荷等的增长而适当增加。

## 2.3 实验室管理人员数

学校应配置实验管理人员管理维护实验室、辅助实验教学事务、实验教学环境与安全卫生等，建议按运行的实验室面积每 1000 平方米至少配备 1 名实验室管理人员。

# 四、实验教学环境与条件

## 1. 实验教学用实验室要求

### 1.1 实验室面积

用于基础物理实验教学的实验室面积，同一教学时间段学生人均使用面积不低于 2 平方米。

### 1.2 实验教学分组

实验室应满足 1 人 1 套实验项目的教学条件，但依据具体实验项目情况和实验合作要求可设立每组学生 2 人以上。

### 1.3 实验室日常运行费用

学校每年固定拨付基础物理实验室日常运行费用，建议不低于 1.0 元/年学生人时。各类学生创新实践教学环节应有专项投入。

## 2. 实验教学用实验仪器设备要求

为保障实验教学的正常运行，各高校应健全仪器设备管理制度，仪器设备完好率要保证在 90% 以上。

---

为有利于实验教学，有利于培养学生掌握基本的物理实验方法和实验技术，建议教学仪器设备尽可能具备结构开放和功能独立，鼓励自制实验教学设备。

### 3. 实验教学信息化要求

为提高实验室开放和实验教学运行效率，各高校应加强信息化建设力度，建立网络信息平台，便于学生信息查询、实验预习复习、实验预约开放等。

[1] 建立相关网站和信息平台

[2] 网络资源丰富。建议包括：实验室资源和条件；实验项目介绍；实验教学大纲；实验教学指导；实验教学多媒体课件；电子教案、视频录像、多媒体服务项目等。

[3] 网络功能便于教学。学生可在网上学习各项实验的原理和操作规程，了解实验室的资源配置，通过网络与老师能够交流。

### 4. 实验室环境与相关规章制度要求

#### 4.1 实验室环境

实验室环境安全、环保严格执行国家标准，符合《高等学校实验室工作规程》（中华人民共和国国家教育委员会第20号令）第五章第二十四、二十五、二十六条。

实验室无破损，无危漏隐患，门、窗、玻璃、锁等完整无缺，实验台、凳、架等无破损。实验室的通风、照明、控温等设施完好。电路、水、气管道布局安全、规范。

实验教学环境安全、整齐、卫生，实验室设计人性化，具备信息化、网络化、智能化条件，适应开放管理和学生自主学习的需要。

#### 4.2 规章制度

为保障物理实验教学正常有序开展，应当建设和完善以下但不限于以下实验教学相关规章制度：

- 
- [1] 实验室安全规程
  - [2] 实验室学生守则
  - [3] 实验教师工作要求
  - [4] 实验成绩评定相关标准
  - [5] 实验室开放管理办法
  - [6] 仪器设备管理条例
  - [7] 放射性同位素使用与管理办法
  - [8] 化学危险品安全管理制度

## 五、提高实验教学质量的措施

### 1. 信息化和多媒体实验课程教学

各高校应积极创造条件，在教学时间、空间和内容上给学生较大的选择自由，大力开展信息化课程教学和管理、多媒体课程教学辅助等建设，鼓励高校间资源共享、创建基础物理实验课程网站，为学生预习、复习、讨论、交流、自主学习等提供方便。

### 2. 实验教学中的讨论交流

实验教学过程中应鼓励积极思考，讨论交流，师生互动。

### 3. 特色物理实验教学建设与推广

各高校在相互学习、取长补短的基础上，结合各校特色和自身条件，保留或建设具有各自特色的物理实验教学模式、内容。

在上海基础物理实验教学指导委员会组织协调下，广泛开展上海高校基础物理实验教学和教学研究交流，对实验教学中好的做法、先进的模式、新颖的内容，经上海基础物理实验教学指导委员会认同后向上海高校予以推广，切实提高上海高校基础物理实验教学质量和教学水平。

---

#### **4. 实验教学与科研的结合**

各校应积极创造条件，在实验室建设、师资队伍建设、教学科研团队建设等方面创新模式，做到实验教学与科研的紧密结合，促进实验教学水平的提高。

#### **5. 促进物理实验教学的国际化**

学习和借鉴国外物理实验教学的先进理念、方法和管理模式。鼓励在实验项目遴选、实验教学内容、实验学习和教学方法、实验与理论课程结合等方面学习和借鉴国外先进模式，促进物理实验教学与国际接轨；创建条件能够适应外国留学生进实验室学习大学物理实验，建设基础物理实验双语教学基本条件。

#### **6. 物理实验相关竞赛平台建设**

竞赛能有效营造学生学习氛围，提高物理实验兴趣，培养综合技能，激发灵感，对物理实验教学质量的提高有很好的促进作用。鼓励各校参加各个层面的学科竞赛和举办各具特色的物理实验相关学科竞赛，以学生为本，教师为辅，以兴趣为主，重在过程。

上海高校基础物理实验教学指导委员会