

基础物理实验项目编辑与思考

张义邴

上海大学物理实验中心

2019-01-12 华东理工



上海大学
Shanghai University

汇报提纲

- 基础物理实验项目遴选与建设
- 实验项目编辑缘由和内容
- 实验项目编辑案例
- 问题和思考

实验项目遴选与建设

实验项目遴选依据

■ 课程的目标定位：

学生接受系统实验方法和实验技能教育的开端，培养学生科学实验能力、理论联系实际和综合应用能力的基础。

■ 课程任务和内容：

✓ 掌握测量误差和数据处理

✓ 掌握基本物理量测量方法：长度、质量、时间、温度、压强、电流、电压、电阻、磁强、光强、折射率、电量、普朗克常量等

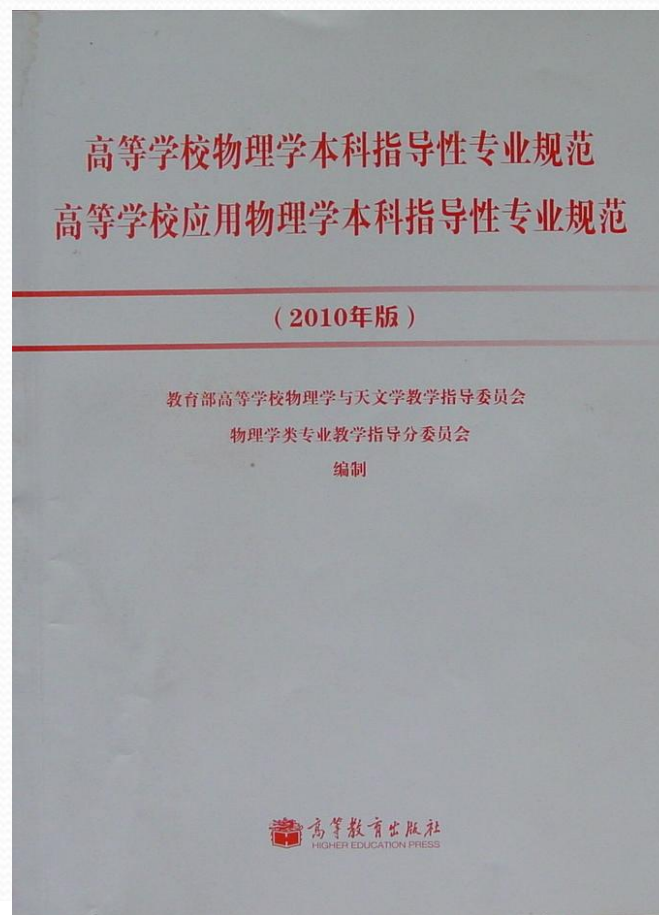
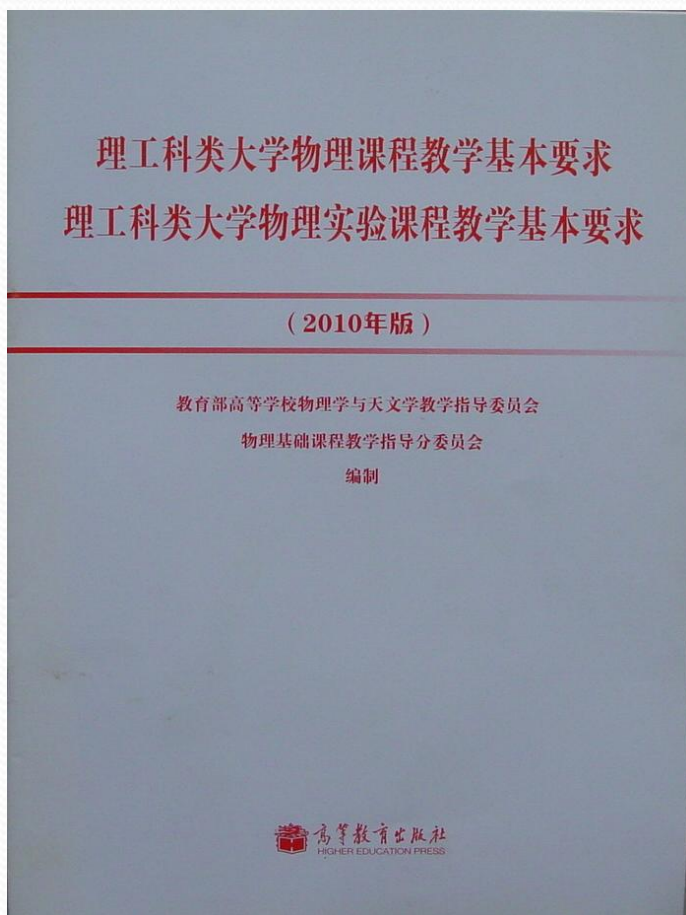
✓ 掌握常用物理实验方法：比较、转换、放大、模拟、补偿、平衡、干涉衍射等

✓ 掌握基本实验器具的使用：游标卡尺、千分尺、天平、秒表、电流电压表、电桥、信号源、示波器、交直流电源、各类光源、分光计等

✓ 涉及力学、热学、声学、光学、电磁学、近代物理学等各个领域的关键或重要内容

实验项目遴选与建设

实验项目建设与开设



上海高校基础物理实验课程 教学规程

(2013年7月版)

上大-基础物理实验项目架构

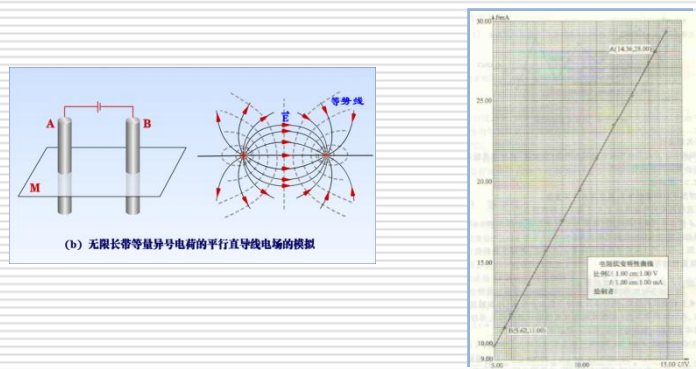
参照教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会《高等学校物理学本科指导性专业规范》和《理工科类大学物理实验课程教学基本要求》《上海高校基础物理实验课程教学规程》

◆ 物理实验基础知识

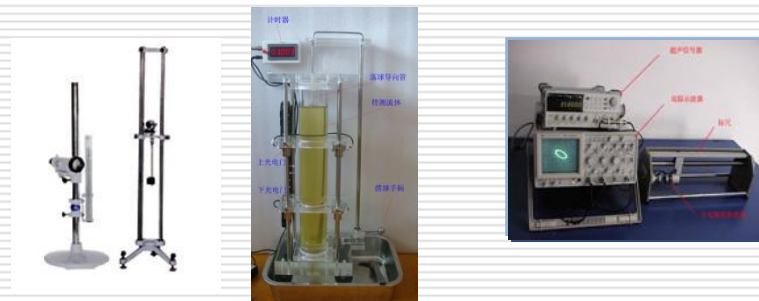
◆ 基本仪表器具



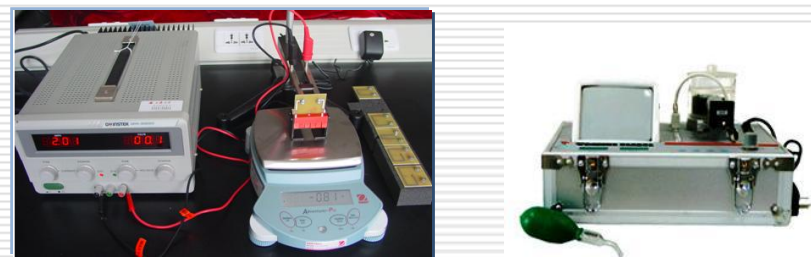
◆ 基本物理实验方法



◆ 基本物理量测量



◆ 设计、综合实验



序号

上海大学基础物理实验项目

1, 2	分光计	薄透镜焦距的测定
3, 4	灵敏电流计	单缝衍射
5, 6	电位差计	粘滞系数实验仪
7, 8	气垫导轨法测速度、加速度和重力加速度	电桥法测电阻
9, 10	牛顿环实验	示波器的使用
11, 12	静电场描绘	霍尔法测磁场
13, 14	空气比热容比测定	转动惯量测量
15, 16	杨氏模量	衍射光栅
17, 18	误差分配和实验仪器的选择	变阻器在电路中的使用与研究
19, 20	超声波在空气中传播速度的测定	冷却法金属比热的测定
21, 22	简谐振动研究	电位差计测定电阻
23, 24	平行光管的调节	迈克尔逊干涉仪
25, 26	光拍的传播和光速的测定	RLC串联电路的暂态过程
27, 28	安培力特性综合实验	密立根油滴实验
29...35	单色仪定标\密度的测量\绝热法金属比热测量\液体表面张力	光电效应\夫兰克-赫兹实验\密度的测量

实验项目编辑缘由与内容

实验项目编辑缘由

➤ 自身需求:

指导委员会于2018年1月30日向全国发布了中国第一部高等教育教学质量标准——《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》。---高等
教育标准

✓ 教指委的新共识或新要求

✓ 课程任务部分内容不足：例如某基本器具或基本方法训练

✓ 涉及学科内容比重过于失衡：例如光多热少、电磁学中电多磁少

✓ 教学过程中发现问题的改进：例如设备不利于教学

学生中心

Students-Centered, SC; 从“以教为中心”转向“以学为中心”。

产出导向

Outcome-Based Education, OBE; 从“重视学生学过什么”转为“重视学生能够做什么”。

持续改进

Continuous-Quality Improvement, CQI; 从“内部封闭式质量管理”转向“内外联动式质量保障”。

➤ 外部需求:

✓ 工程教育认证

✓ 教学改革

✓ 领导

实验项目编辑缘由与内容

实验项目编辑内容

- 新增、补充、或替换实验项目
- 更新或自制实验项目
- 现有实验项目改进或修补

实验项目编辑案例

➤ 新增、补充、或替换实验项目

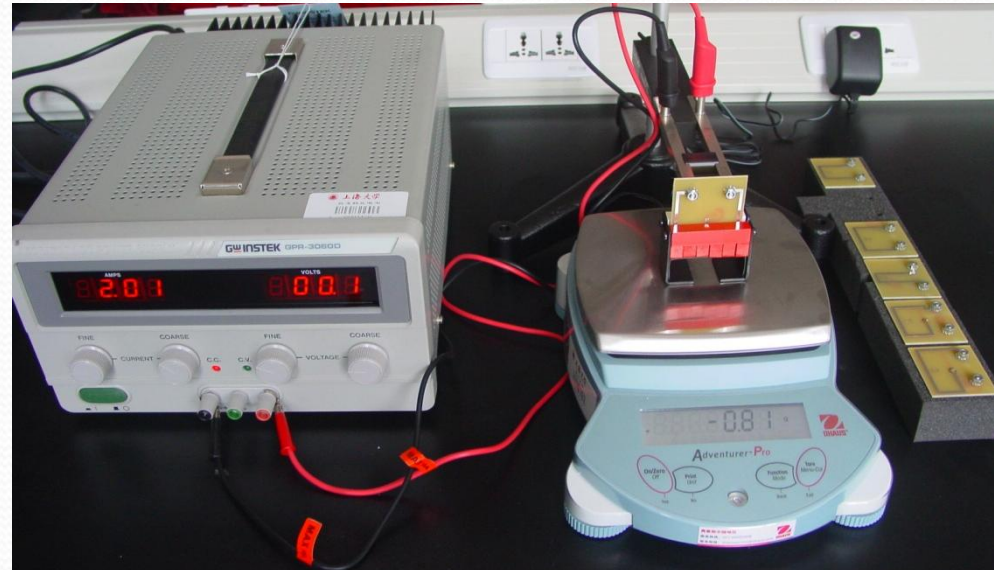
安培力综合特性实验

安培力理解、弱力测量

$$\vec{F} = \int I d\vec{l} \times \vec{B} = I\vec{L} \times \vec{B}$$



<https://www.pasco.com>



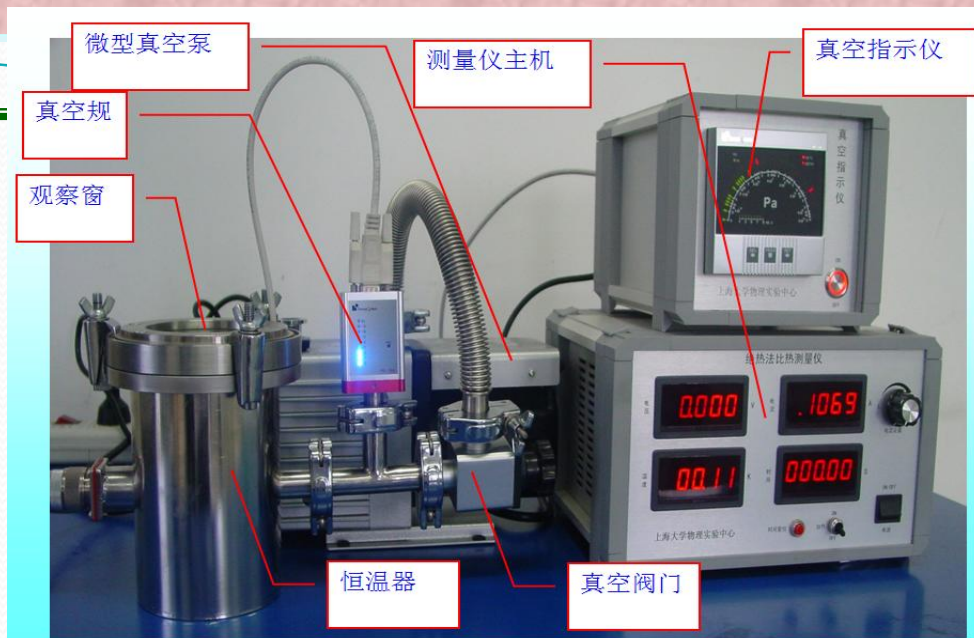
作图法、逐差法、最小二乘法

更新或自制实验项目

绝热法金属比热测量实验

- ✓ 原理简单、易于理解
- ✓ 无需参考样品
- ✓ 精度高

$$c(T) = \frac{1}{m} \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{1}{m} \frac{IV\Delta t}{\Delta T}$$



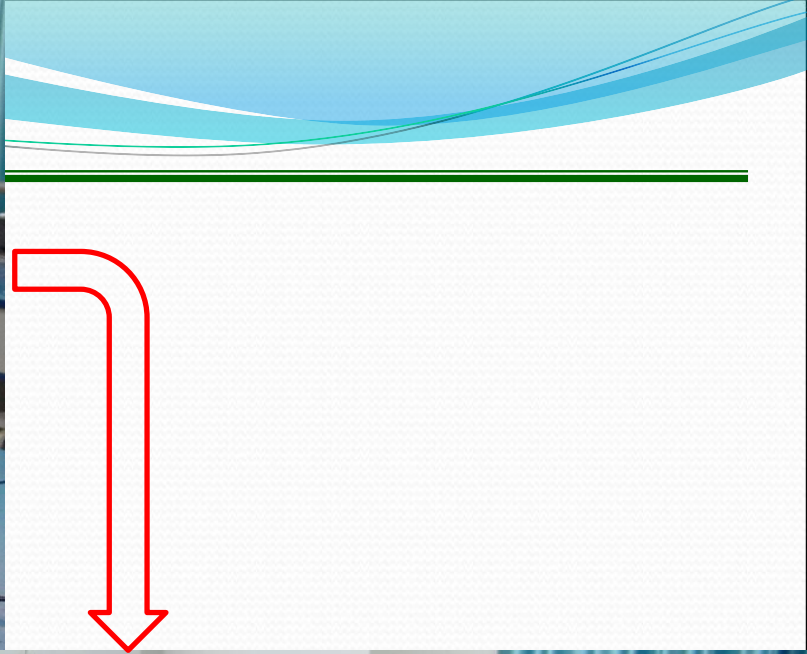
➤ 现有实验项目改进或修补

液体粘滞系数测量实验

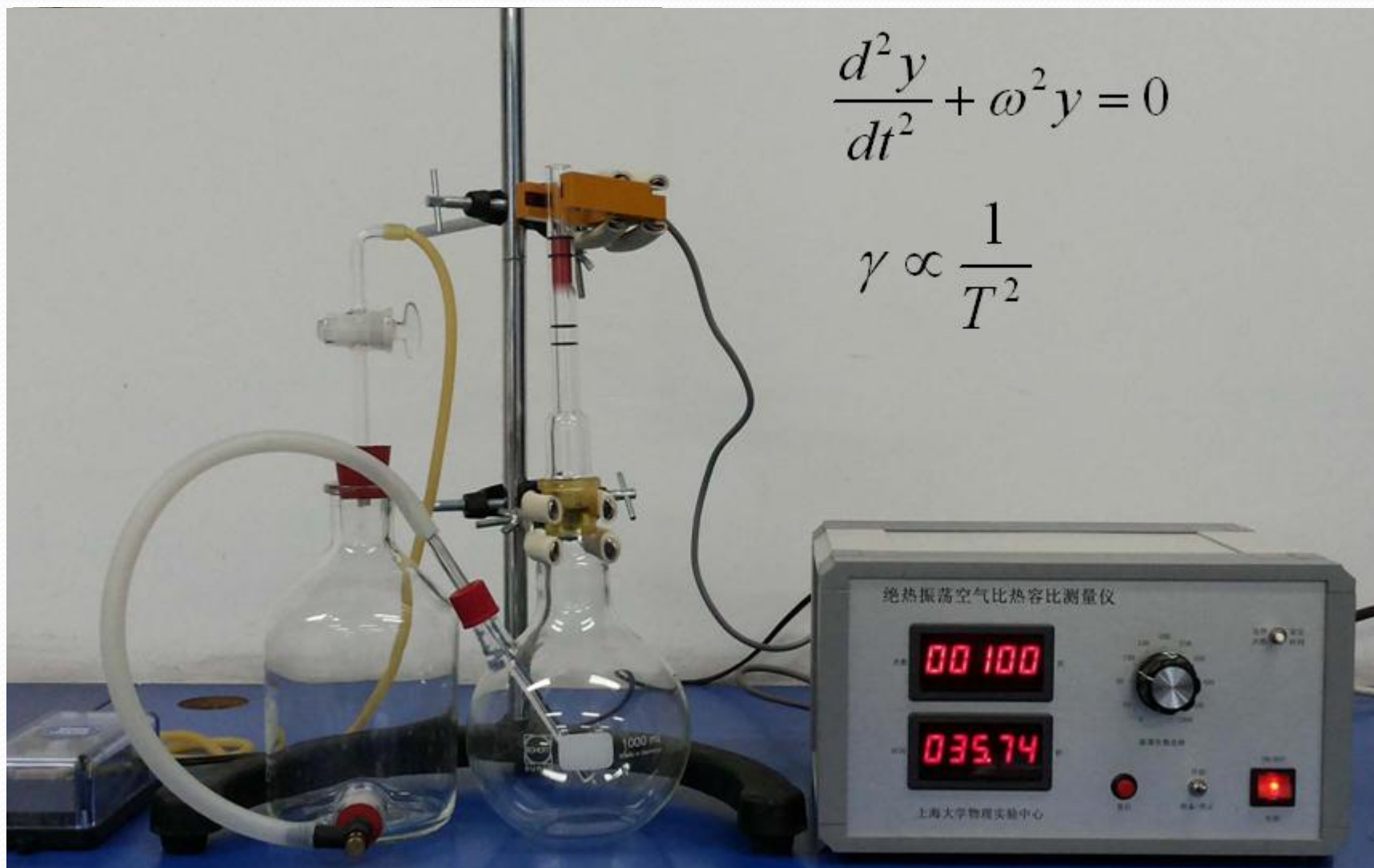
传统：底部累积金属球，经常捞出清洗，实验教学麻烦，实验室环境油污污染。

新型：金属落球自动回收，循环使用，简化调节，提高精度





空气比热容比测量实验



$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \omega^2 y = 0$$

$$\gamma \propto \frac{1}{T^2}$$

问题和思考

- 同步（先修）大学物理课程方法在哪？
- 高中物理和大学物理实验项目区别在哪？
- 实验项目持续改进的动力在哪？

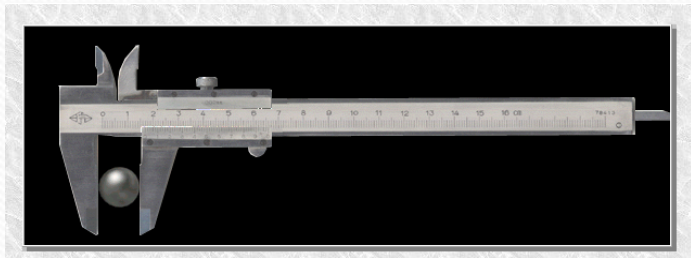
谢谢!



案例：单摆实验

1. 系统简单，物理内涵丰富，单摆运动包含丰富的物理信息
2. 重力加速度精确、传统的方法，涉及力学基本物理量的测量：长度（线量、角量）、时间、质量的测量方法；
3. 万有引力定律：重力加速度→引力常数；
4. 简谐运动的研究

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left[1 + \frac{1^2}{2^2} \sin^2 \left(\frac{\theta_A}{2} \right) + \frac{1^2 \cdot 3^2}{2^2 \cdot 4^2} \sin^4 \left(\frac{\theta_A}{2} \right) + \dots \right]$$



案例：单摆实验教学理念之比较

对比	美国	中国
项目认识	普遍重视， 归入经典、大学实验项目	边缘化， 归入低端、高中实验内容
开设程度	经典，普遍开设	大量删除，开设不多
学习课时	充分：3-4课时/周，2-3周 约6-12课时	紧凑：2+1课时
教学方法	丰富的动手（制作、调节各种可变参数、使用各类测量工具）、测量方法、数据记录、数据处理、误差分析、简谐运动分析	装置现成、测量方法、数据记录、数据处理、误差分析
实验内容	测量重力加速度 研究周期与摆角、摆长、小球质量等关系	测量重力加速度，研究周期与摆角

