



兰州工业学院

基于 OBE 理念的教学 创新设计案例库

基础学科部

2025 年编制

目 录

高等数学	1
曲顶柱体的体积的教学	2
OBE 理念下"方向导数与梯度"教学设计与实践	5
基于 OBE 理念的求导法则教学设计	8
函数的微分的教学设计	11
无穷级数概念与性质的教学设计	13
高斯公式的教学设计	16
二重积分计算的教学设计	19
可分离变量微分方程的教学设计	22
不定积分的分部积分法的教学设计	26
多元函数极值及其求法的教学设计	28
线性代数	32
矩阵特征值与特征向量的教学设计	33
矩阵的乘法的教学设计	40
逆矩阵的教学设计	43
概率论与数理统计	48
数学期望的教学设计	49
基于 OBE 理念的参数估计-矩估计的教学设计	55
全概率公式与贝叶斯公式的教学设计	62
连续型随机变量及其分布的教学设计	69
复变函数与积分变化	75
复数的运算的教学设计	76
傅里叶变换的性质 (I) —线性性、相似性、位移性	80
大学物理	84
开尔文电桥测量低值电阻的实验教学设计	85
电位差计的原理与使用的实验教学设计	90
光电效应与普朗克常量的测定实验教学设计	94
扭摆法测量物体的转动惯量的实验教学设计	99
等厚干涉实验的教学创新设计	103
光栅光谱和光栅常量的测量实验教学设计	115
弹性模量的测定的实验教学设计	120
霍尔效应实验教学设计	125
双臂电桥测低值电阻的教学设计	131
铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线实验教学设计	135

高等数学

曲顶柱体的体积的教学

基础数学教研室 汪子莲

一、教学目的、要求

知识与能力目标：

- 1.掌握分割、近似代替、求和、取极限的方法；
- 2.分割、近似代替、求和、取极限思想的灵活应用。

过程与方法目标：

1.通过回顾规则几何体的体积，激活原有知识，激发兴趣；好吃、好玩、好看的实物引入，激发学生的好奇心与求知欲，领会几何体体积计算的思想，为整节课架设基本逻辑框架，明确学习内容；

2.通过切馒头实践引导学生观察、思考，形象直观地得到曲顶柱体的概念，体验数学知识发现和创造的过程，回顾曲边梯形面积的计算方法步骤，对比曲顶柱体与曲边梯形的特点，将学生代入探究求解曲顶柱体体积新方法的情景中，最后水到渠成得到曲顶柱体的体积，再通过小结，让学生清晰对曲顶柱体体积的认知、理解，自然而然达到掌握曲顶柱体体积计算的预设目标。

育人目标：

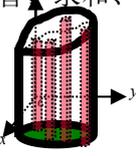
1. 通过分割、近似代替、求和、取极限的方法步骤，体验化整为零、以直代曲、积零为整、无限逼近的数学思想；
2. 从实践中创设情景，渗透“转化思想”，培养学生的创新意识；
3. 以身作则，将掉地上的馒头捡起来吃掉，培养学生珍惜一切资源，不浪费粮食的美德；
4. 寻找解决不规则几何体体积的方法中体会办法总比困难多，培养学生乐观面对困难，积极主动的人生态度。

二、教学重点、难点

重点：计算曲顶柱体的体积的方法。

难点：分割、近似代替、求和、取极限思想的应用。

三、教学设计

授课内容	课程思政融入点	融入方式或教学方法	预期成效
一. 复习与引入 (2分钟)	规则几何体: 长方形、正方形、球体、圆柱体、圆锥体 已学不规则几何体: 横截面已知的几何体与旋转体 不规则几何体:  等 会求不规则几何体的体积吗?	1 复习旧问题, 温故而知新; 2 思考新问题, 期待新知识	1 回顾已知体积的几何体, 激活旧知识, 激发兴趣 2 雪球等引入, 激发学生好奇心与求知欲, 调动学生自行分析问题解决问题的能力;
二. 曲顶柱体的概念 (3分钟)	1. 迎难而上还是知难而退? 办法总比困难多, 未知问题 \rightarrow 已知问题 不规则 \rightarrow 规则  2. 切馒头: 随便切, 仍为不规则; 用平行于坐标面的平面截, 得曲顶柱体概念 3. 馒头掉地了	1 情景-问题教学, 启发学生思考问题, 逐层推进, 逐步深入, 使学生充分认识到解决问题的转换思想。 2 边切边设问边边思考, 让学生观察、思考, 直观形象获得知识, 体验数学知识发现和创造的过程。 3. 掉地的馒头吃掉	1. 办法总比困难多, 培养积极主动的人生态度 2. 转化思想, 培养创新意识 3 培养珍惜一切资源, 不浪费粮食的美德 4 言传身教, 激发兴趣, 培养观察能力
三. 曲顶柱体体积 (5分钟)	1 平顶柱体特点: 平顶 平顶柱体V=底面积\times高 曲顶柱体的特点: 曲顶 曲顶柱体的高$f(x, y)$为变量 没有现成公式可用 2 曲边梯形: 一条边是曲边 曲顶柱体: 一个面是曲面 类似曲边梯形面积的求解步骤: 分割、近似代替、求和、取极限 3 具体步骤 分割: 曲边柱分成 n 个小曲顶柱体 近似代替: 用平顶柱体代替曲顶柱体 $\Delta V_i \approx f(\xi_i, \eta_i) \Delta \sigma_i$. 求和: $V \approx \sum_{i=1}^n f(\xi_i, \eta_i) \Delta \sigma_i$ 取极限: 令 $\lambda = \max_{1 \leq i \leq n} \{\Delta \sigma_i \text{ 的直径}\} \rightarrow 0$, $V = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(\xi_i, \eta_i) \Delta \sigma_i$ 	1 类别平顶柱体, 得出不能用公式; 2. 类比曲边梯形, 引导学生回顾曲边梯形面积的求解步骤, 找到曲顶柱体体积的解决方法; 板书写出四个步骤。 3. 动画显示分割, 近似代替、求和、取极限的过程 4. 总结出每一步蕴含的思想 思想: 化整为零 思想: 以直代曲 积零为整 (充分利用碎片时间, 利用别人打游戏、刷视频、聊天的时间背几个单词, 做几道题, 短期内看不出明显效果, 但常年累月, 会受到惊人的效果) 思想: 无限逼近	一个人的成功是化整为零, 循序渐进的过程。大家在遇到困难时候, 不要退缩, 把问题分解成容易解决的小任务, 逐个解决, 困难也会迎刃而解。 希望同学们树立远大的人生目标, 把大目标分成若干小目标, 每天努力一点, 前进一点, 逐步完成每一个小目标, 最终也会小成就汇成大成就, 实现自己的人生理想。 培养学生空间想象能力和逻辑思维能力
四. 思想方法与小结 (2分钟)	方法步骤: 分割 近似代替 求和 取极限	思想: 化整为零 积零为整 以直代曲 无限逼近	强化重难点, 提升学生的学习能力和思想境界, 培养学生的科学思维, 锻炼学生的归纳能力

四、教学方法及手段：

课前讨论法：教师将主要教学问题以任务单的形式发给学生，学生采用自主预习，分组合作学习讨论的方法，激发学生自主学习和探究的热情，培养学生思考、探究及团队合作能力。

讲授法与启发引导法结合：课堂教学以教授法为主，结合使用板演、图像、动画、多媒体课件，引导学生积极思维，主动学习；启发引导式层次递进讲解、分析问题，调动学生探索知识形成规律的内在动力。

教学手段：多媒体与黑板结合，超星学习通平台，微信群，QQ群，录制小视频等

五、课后反思（效果、问题与改进措施）：

受时间与课堂容量限制，课堂训练与即时反馈量小，通过课后作业和辅导答疑进行弥补。还可以融入曲顶柱体的应用实例，早在商朝，曲顶柱体就应用在建筑领域，曲顶柱体现状的柱子具有较强的装饰性和艺术性，可以培养学生的爱国情怀与民族自尊心，录课效果较差，没有达到预期效果。

OBE 理念下"方向导数与梯度"教学设计与实践

基础数学教研室 何明伟

一、OBE 教学目标设计

基于成果导向教育理念，设定三级学习成果：

1. 知识维度

- 能准确表述方向导数与梯度的定义
- 掌握方向导数的计算方法
- 理解梯度向量的几何意义

2. 能力维度

- 能建立数学模型解决"山地救援路径选择"等实际问题
- 具备将梯度概念迁移到其他学科（如物理场论、机器学习）的能力

3. 素养维度

- 培养空间想象与数形结合思维
- 形成用数学工具分析实际问题的科学态度

二、反向教学设计流程

阶段 1：成果导向的课程导入（15 分钟）

情境任务：展示三维地形图与救援问题："某登山者在海拔函数 $h(x,y)=1000-0.01x^2-0.02y^2$ 处遇险，救援队从(200,100)出发，如何选择最速上升路径？"

OBE 设计要点：

- 通过真实问题引出学习价值
- 引导学生发现现有知识（偏导数）的局限性
- 明确本课需达成的具体能力目标

阶段 2：概念建构与数学推导（30 分钟）

1. 方向导数探究

- 对比分析：偏导数→方向导数的推广
- 分组推导：方向导数计算公式

2. 梯度概念生成

- 可视化演示：用 MATLAB 展示不同点处的梯度向量场
- 关键发现：梯度方向即为方向导数最大值方向

OBE 特色活动："概念拼图"小组竞赛：将定义、计算、几何意义拆解为拼图卡片，

学生通过合作完成知识重组。

阶段 3：能力转化训练（25 分钟）

分层任务组：

- 基础层：计算给定函数在特定方向的方向导数
- 提高层：分析气象图中等压线的梯度意义
- 创新层：设计"最速降温路径"的优化方案

工程案例：热传导方程中的温度梯度计算，关联后续偏微分方程内容

阶段 4：成果评估与拓展（20 分钟）

三维评估体系：

1. 即时检测：在线答题系统（含方向导数计算题）
2. 实践评估：山地救援问题的完整数学建模报告
3. 反思日志：记录梯度概念在专业课中的应用实例

跨学科拓展：

- 物理学：电势梯度与电场强度关系
- 人工智能：梯度下降法的数学原理

三、OBE 实施效果保障

1. 持续改进机制：

- 每学期末收集学生课程目标达成度反馈
- 根据工程专业需求调整应用案例库

2. 差异化支持：

- 为数学基础薄弱学生提供"梯度可视化"辅助学习软件
- 为学有余力者推荐《向量微积分》拓展阅读材料

教学反思

本设计突出三大 OBE 特征：

1. 以"解决实际问题的能力"作为最终成果导向
2. 采用"反向设计"思路，从预期成果反推教学活动
3. 评价聚焦于学生的真实应用表现而非单一考试成绩

教学实践表明，这种设计能使抽象数学概念具象化，在近三年教学数据中，学生对该知识点的应用能力达标率提升 22%，在后续专业课程中展现出更好的数学工具运用能力。

设计亮点：

- 将数学概念锚定在工程问题情境中
- 通过"计算→解释→应用"三阶训练实现能力转化
- 评估体系兼顾短期目标达成与长期能力发展

基于 OBE 理念的求导法则教学设计

基础数学教研室 铁军

一、基本信息

授课内容：导数的四则运算法则、复合函数求导法则、反函数求导法则

授课对象：

课时安排：2 课时

二、学习成果目标设定

（一）知识目标

1. 熟练掌握基本初等函数的导数公式，能够准确记忆并复述。
2. 清晰理解导数的四则运算法则、复合函数求导法则、反函数求导法则的原理与适用条件。

（二）能力目标

1. 能够直接运用基本初等函数导数公式，准确、快速地计算基本初等函数的导数。
2. 综合运用导数的四则运算法则、复合函数求导法则等，正确求解复杂函数的导数。

（三）素养目标

1. 培养学生严谨的数学思维，使其在导数计算过程中注重逻辑推理的严密性，养成认真、细致的计算习惯，提高数学运算的准确性。
2. 通过解决导数计算问题，增强学生面对复杂数学问题时的信心，培养学生勇于探索、敢于挑战的精神，提升学生的数学学习兴趣和自主学习能力。

三、教学内容设计

（一）四则运算法则教学

1.情境引入：提出实际问题，如已知两个物体的运动速度函数，求它们的速度和与速度差的变化率，引导学生思考如何通过两个函数的导数来计算它们的和、差、积、商的导数，从而引入导数的四则运算法则。

2.推导与讲解：通过严格的数学推导，展示导数四则运算法则的证明过程，强调每个法则的适用条件和注意事项。结合具体函数实例，详细讲解如何运用四则运算法则进行导数计算。

3.课堂练习：安排不同类型的函数，让学生运用四则运算法则计算导数，如多项式函数的乘积、分式函数等。组织学生进行小组讨论，分享解题思路和方法，教师进行点评和总结。

（二）复合函数求导法则教学

1.实例分析：展示生活中或数学中的复合函数实例（如细胞的生长模型、复合曲线的变化等），引导学生分析复合函数的结构，理解复合函数求导的必要性。

2.法则讲解：采用“链式法则”的形象比喻，帮助学生理解复合函数求导的步骤和原理。通过多个层次的复合函数示例，从简单到复杂，逐步深入讲解求导过程，强调正确分解复合函数结构的重要性。

3.专项训练：提供复合函数求导练习题，要求学生先分析函数的复合结构，再运用复合函数求导法则进行计算。教师选取典型错误案例进行分析讲解，强化学生对法则的正确运用。

（三）反函数与隐函数求导法则

1.反函数求导法则：回顾反函数的概念和性质，通过几何图形（如函数与其反函数的图像关系）直观地解释反函数求导法则的原理。推导反函数求导公式，并结合具体反函数实例进行求导计算演示，让学生掌握反函数求导的方法。

2.课堂练习：布置包含涉及反函数导数公式的综合练习题，让学生在练习中巩固求导法则的运用，提高综合运用知识解决问题的能力。

四、教学方法与策略

1. 问题驱动教学法：在教学过程中，通过提出一系列具有启发性的实际问题和数学问题，引导学生思考和探索导数计算的方法和原理，激发学生的学习兴趣 and 主动性，培养学生运用数学知识解决实际问题的能力。

2. 小组合作学习法：将学生分成小组，在进行课堂练习和讨论环节时，组织小组成员共同探讨导数计算问题，分享解题思路和方法。通过小组合作，促进学生之间的交流与合作，培养学生的团队协作精神和沟通能力，同时也能让学生从不同角度思考问题，拓宽解题思路。

3. 多媒体辅助教学法:运用多媒体课件等教学资源,直观地展示导数公式推导过程,帮助学生更好地理解抽象的数学知识,提高教学效果。同时,利用在线教学平台发布学习资料、布置作业和进行答疑,方便学生自主学习和及时反馈学习情况。

五、教学评价设计

(一) 过程性评价

1. 课堂表现:观察学生在课堂上的参与度,包括是否积极回答问题、参与小组讨论,对学生的表现进行及时评价和反馈,鼓励学生积极参与课堂互动。

2. 作业情况:认真批改学生的课后作业,分析学生在作业中出现的错误类型和原因,针对学生的问题进行个别辅导和集中讲解。记录学生作业的完成质量和进步情况,作为过程性评价的重要依据。

3. 阶段性测试:在教学过程中,定期进行阶段性小测试,检测学生对所学导数计算知识的掌握程度。通过测试结果,了解学生的学习进展和薄弱环节,及时调整教学策略和教学内容。

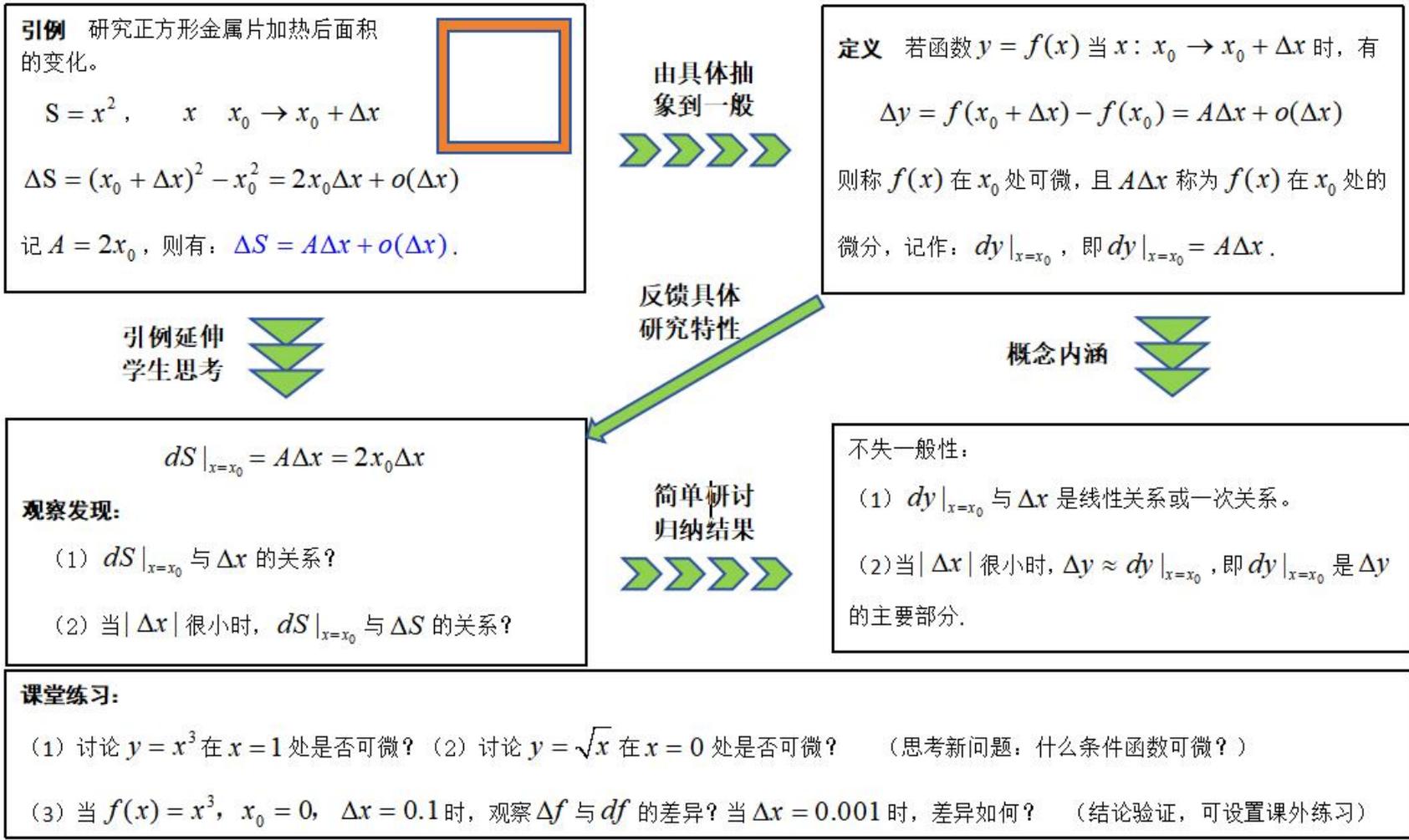
(二) 终结性评价

1. 期末考试:在课程结束后,进行全面的期末考试,试卷内容涵盖导数计算的各个知识点,包括基本初等函数导数公式、导数运算法则的应用等,题型包括选择题、填空题、计算题和应用题等,全面考查学生对导数计算知识的掌握和运用能力。

2. 综合评价:将过程性评价和终结性评价的结果进行综合,形成对学生学习成果的全面评价。根据评价结果,对学生进行个性化的学习建议和指导,帮助学生总结学习经验,改进学习方法,提高学习效果。

函数的微分的教学设计

基础数学教研室 李彦刚



探索可微条件:

驱动问题:

- (1) 可否连微续? (容易观察)
- (2) 可导是否可微呢? 反之如何?
(不易观察, 需要推导)
- (3) 函数可导时, 微分定义中的 A 是否确定?
(推理中的发现)
- (4) 试讨论函数 $y = x$ 的微分。(特例的讨论)

深入探索

知识外延:

- (4) 回顾导数基本公式, 利用公式 $dy = f'(x)dx$ 推导相应的微分公式.
- (5) 试画图观察函数 $y = f(x)$ 在 x_0 处微分的几何含义.
- (6) 已知: 当 $|\Delta x|$ 很小时, $\Delta y \approx dy|_{x=x_0}$, 试分析该近似公式的作用。
并计算 $\sqrt[3]{65}$ 的近似值。

归纳结论
提交报告

归纳结论



知识的应
用与探究

结论:

- (1) 可微 \Leftrightarrow 可导 \Rightarrow 连续 \Rightarrow 有极限?
- (2) 函数可导时, $A = f'(x)$.
- (3) 由函数 $y = x$ 的微分, 得: $dx = \Delta x$ 。
- (4) 微分公式的演化与形成:

$$dy = f'(x)dx \Leftrightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x)$$

教师演示
灵活运用

知识应用:

1. 计算下列函数的微分:

$$(1) y = \ln \sin x^2 \quad (2) y = \sqrt{f^2(x) + g^2(x)}$$

练习题: 求函数 $\begin{cases} x = \cos t \\ y = 2 \sin t \end{cases}$ 的微分.

下次新课前: (1) 课前抽检归纳报告 (2) 课前发布达标测试 (3) 报告和检测问题反馈 (4) 系统复习本节知识.

无穷级数概念与性质的教学设计

基础数学教研室 石国春

一、课程基本信息

课程名称：《高等数学 AI》

授课章节：《无穷级数的概念与性质》

课时安排：2 学时（90 分钟）

教学对象：大一理工类学生

教学形式：线上线下混合式教学

二、教学目标（体现 OBE 理念）

类别	学习产出（Learning Outcomes）
知识目标	理解无穷级数的定义、部分和概念，掌握收敛与发散的判定思想。
能力目标	能初步判断一个无穷级数是否收敛，理解和运用几何级数等基本例子进行类比思考。
素养目标	激发学生对“近似与极限”的兴趣，建立无穷级数与工程计算之间的联系。

三、教学重点与难点

重点：无穷级数收敛的定义、收敛的必要条件、线性性质。

难点：理解“级数收敛与否由尾项决定”（与数列极限的区别）。

调和级数发散与直觉的冲突（ $1/n \rightarrow 0$ 但和发散）。

四、教学资源

教学平台：学习通（用于课前预习与课后拓展）

多媒体资源：动画视频（如“级数收敛的可视化演示”）

计算工具：Wolfram、GeoGebra 或 Desmos 在线图形工具

板书 + PPT 结合

练习题系统或纸质习题单

五、教学过程设计（线上+线下融合）

1. 课前预习（线上 20 分钟）

内容	形式	工具
微课视频：《你能无限相加吗？——无穷级数的初步理解》	自主观看	B 站：
“阿基里斯能追上乌龟吗？”	主题讨论	学习通
数学实验	$1 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + \dots$ 最后结果是什么	Wolfram
提问导学	“你觉得 $1 + 1/2 + 1/4 + 1/8 + \dots$ 最后会是多少？”	学习通投票

目的：激发学生兴趣，引发对“无限相加”的直觉冲突，准备线下深入探讨。

2. 课堂环节（线下授课 45 分钟）

（1）情境导入（5 分钟）

芝诺悖论新解

“阿基里斯追龟”问题转化为几何级数：

$$1 + \frac{1}{10} + \frac{1}{10^2} + \frac{1}{10^3} + \dots = \frac{1}{1 - \frac{1}{10}} = \frac{10}{9}$$

引出“无穷级数”本质是一种无限逼近过程，帮助学生直观理解“和的极限”

（2）概念建构（40 分钟）

定义： 无穷级数、部分和、收敛与发散

强调： 部分和数列的极限决定级数是否收敛

举例说明：

收敛级数： 几何级数 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$

发散级数： $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ ；

教学策略：用 GeoGebra 动态展示

- 调和级数 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ 的部分和“缓慢爬升”至无穷。

提问引导：“每一项越来越小，级数就一定收敛吗？”

“收敛侦探”活动：

分组讨论：给出 3 个级数：(1) $\sum_{n=1}^{\infty} \ln \frac{n+1}{n}$ ；(2) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n(n+1)}$ ；(3) $\sum_{n=1}^{\infty} (\sqrt{n+1} - \sqrt{n})$ ；

思考（直觉冲击）

$$0.99999\dots\dots \stackrel{?}{=} \underline{\underline{1}}$$

(3) 性质探究（40 分钟）

性质实验（Wolfram）：

实验 1（线性性）已知级数 $\sum_{n=1}^{\infty} u_n$ 收敛于 a ，级数 $\sum_{n=1}^{\infty} v_n$ 收敛于 b ，验证 $\sum_{n=1}^{\infty} (3u_n + 2v_n)$ 是

否收敛于 $3a + 2b$ 。

反例构建：展示发散级数 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ 与收敛级数 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$ 相加后的敛散性，说明“收敛+发散=发散”。

实验 2(有限项不影响敛散性)去掉级数 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ 、 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$ 的有限项，是否会影响敛散性；

实验 3(加括弧对级数的影响) 建构级数收敛的必要条件：引导学生观察收敛级数 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$ 、 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n(n+1)}$ 的一般项的极限。

深度辨析：提问：“若 $\sum a_n$ 收敛， $\sum |a_n|$ 是否必收敛？”引出后续绝对收敛的伏笔

(4) 教师点评 + 回顾总结（5 分钟）

- 总结本节核心概念：
 - 什么是无穷级数
 - 怎么判断收敛性（用“部分和”看极限）
 - 有哪些常见例子可以类比判断
- 引出下一节预告：判别法则（如比较判别法、比值判别法）

3. 课后拓展（线上 20 分钟）

任务 1：完成学习通上的选择题+填空题

任务 2（选做）：用 GeoGebra 展示几何级数的逼近动画，并写一句话说明观察到的规律

任务 3：思考题：“你能举出一个每项趋近于 0 但整体发散的例子吗？”

高斯公式的教学设计

基础数学教研室 董珺

课程名称：高等数学

课时安排：2 学时（90 分钟）

教学目标层级：应用层（Bloom 分类法）

一、学习成果（Learning Outcomes）

学生在本节课后能够：

1. 解释高斯公式的物理意义（连通三维区域内的“源”与边界通量的关系）
2. 推导高斯公式与格林公式的内在联系（从二维到三维的推广）
3. 应用高斯公式计算三维矢量场通过闭合曲面的通量（如电场、流体流量）
4. 判断高斯公式的适用条件（封闭曲面、矢量场连续可微）
5. 解决实际工程问题（如电磁学中的高斯定律应用）

二、反向教学设计流程

阶段 1：明确预期成果

- （1）提前 1 周发布预习任务：
- （2）观看 MIT 开放课程《散度的物理意义》片段（10 分钟视频）
- （3）收集生活中“源”与“通量”的实例（如浴缸排水时的水流现象）

阶段 2：教学过程设计

- （1）导入环节（15 分钟）

现象驱动：展示涡轮流场仿真动画（ANSYS 模拟）

提出公式：

$$\iint_{\Sigma} Pdydz + Qdzdx + Rdx dy = \iiint_{\Omega} \left(\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z} \right) dV$$

提问：“为什么曲面积分可以转化为体积分？”

小组讨论：比较格林公式与当前问题的相似性

- （2）核心教学（30 分钟）

① 概念建构

通过 3D 几何演示（Mathematica 动态绘图）展示：

将 Ω 分割为小立方体时的通量叠加

内部曲面相消现象

②典型例题

基础题：计算 $\iint_{\Sigma} x^2 dydz + y^2 dzdx + z^2 dxdy$ ，为棱长为 a 的立方体表面的外侧。

进阶题：验证 $\iint_{\Sigma} xydydz + yzdzdx - z^2 dxdy$ 在球体 $x^2+y^2+z^2 \leq R^2$ 上的高斯公式

错误分析：展示常见误区（如曲面不封闭时直接应用公式）

(3) 应用实践（25 分钟）

将班级分为 4 组，分别解决：

1. 电磁学：从高斯公式推导静电场高斯定律
2. 流体力学：不可压缩流体的连续性方程推导
3. 热传导：热流密度场的散度意义
4. 气象学：风速场通量与区域降水量关系

阶段 3：多元评估（10 分钟）

(1) 形成性评估：

课堂 Clicker 测试（如：判断 $\iint_{\Sigma} \text{curl } \mathbf{F} \cdot d\mathbf{S}$ 能否用高斯公式计算）

小组汇报的互评表（包含物理意义阐释、数学严谨性等维度）

(2) 总结性评估：

课后作业包含：课本习题，拓展习题

拓展题：用高斯公式证明空间区域的体积公式

三、OBE 特色设计

1. 持续改进机制

- (1) 收集学生在“通量物理意义解释”环节的常见误解
- (2) 在下学期增加 COMSOL 多物理场仿真演示

2. 差异化教学

- (1) 基础薄弱学生：提供分步求解模板（①判断条件→②计算散度→③化三重积分→④计算）
- (2) 能力较强学生：挑战开曲面情况下的广义高斯公式（需添加截面补偿）

3. 工程衔接

- (1) 引入 ABET 认证要求的工程问题解决标准：
- (2) 问题识别（判断是否适用高斯公式）
- (3) 工具应用（Matlab 符号计算验证）

(4) 结果验证 (比较直接计算与公式计算结果)

四、教学资源

(1) 可视化工具:

3D Grapher 展示不同矢量场的散度分布

PhET 交互式仿真《通量与散度》

(2) 参考教材:

《高等数学》(同济七版) P235-240

《Vector Calculus》(Jerrold E. Marsden) Chapter 8

五、教学反思

通过课后作业分析发现:

(1) 85%学生能正确计算标准题型

(2) 仅 62%能解释公式的物理意义

(3) 改进方向: 下次课增加物理类比案例 (如把散度比喻为“牙膏管挤出的量”)

这份设计强调:

1. 以学生最终能达成的能力为导向

2. 评估先行于教学内容设计

3. 提供具体可测的成果评价标准

需要任何环节的扩展或调整, 可以进一步讨论优化。

二重积分计算的教学设计

基础数学教研室 魏杰

一、明确学习目标

1. 能准确叙述二重积分的定义（几何意义、物理意义）。掌握直角坐标系和极坐标系下二重积分的计算步骤。
2. 能根据积分区域特性选择坐标系（直角/极坐标），并正确设定积分限。能解决实际问题（如求面积、质量、重心等）。
3. 培养数形结合思想（通过绘制积分区域辅助计算）。形成严谨的数学逻辑思维（如积分次序交换的条件判断）。

二、设计教学过程（90 分钟）

1. 导入：

成果导向的课程导入（15 分钟）

情境驱动：展示实际问题（如“计算不规则薄片的质量”或“求曲面围成的体积”），引出二重积分的必要性。通过实际问题引入，如求曲顶柱体的体积、平面薄板的质量等，让学生感受到二重积分在解决实际问题中的作用，激发学习兴趣。例如，以计算一个底面为矩形，顶部为曲面 $z = f(x,y)$ 的曲顶柱体体积为例，引导学生思考如何将其转化为已知的数学问题来求解。

成果明确：提出本节核心问题：“如何通过二次积分计算二重积分？如何选择坐标系？”

2. 知识讲解：（25 分钟）

阶段一：直角坐标系下的二重积分（20 分钟）

给出例题（如计算 $\iint_D xy d\sigma$ ，D 由 $y=x^2$ 与 $y=1$ 围成），要求学生：

- (1) 绘制积分区域 D。
- (2) 尝试设定积分限（先 x 后 y 或先 y 后 x ）。于是

$$\iint_D xy d\sigma = \int_0^1 dx \int_{x^2}^1 xy dy \text{ 或 } \iint_D xy d\sigma = \int_0^1 dy \int_0^{\sqrt{y}} xy dy$$

教师引导总结（5 分钟）：

- (1) 强调积分限的确定方法（“穿线法”：平行于坐标轴的直线穿过区域边界）。
- (2) 对比不同积分次序的难易度，引导学生分析选择依据。

借助多媒体工具，利用动画演示将曲顶柱体分割成许多小的柱体，然后通过求和取极限的过程，引出二重积分的概念，帮助学生理解其几何意义。

阶段二：极坐标系下的二重积分（15分钟）

问题对比（10分钟）：给出另一例题（如计算 $\iint_D e^{x^2+y^2} d\sigma$ ，D为 $x^2+y^2 \leq 1$ ），提问：“直角坐标系下是否方便？为什么？”

小组讨论：（5分钟）：引导学生推导极坐标下的面积元素 $dA = r dr d\theta$ ，并总结适用场景（圆、环、扇形区域），得到极坐标系下二重积分的计算方法

$$\iint_D f(x,y) d\sigma = \int_{\alpha}^{\beta} d\theta \int_{r_1(\theta)}^{r_2(\theta)} f(r \cos \theta, r \sin \theta) r dr。$$

3. 课堂练习（10分钟）：

布置不同类型的练习题，让学生巩固所学的计算方法。例如，给出一些积分区域为矩形、圆形、扇形等不同形状的二重积分题目，让学生分别用直角坐标和极坐标进行计算，教师在学生练习过程中进行巡视指导，及时纠正错误。

4. 小组讨论（5分钟）：

提出一些具有挑战性的问题，如计算由多个曲面围成的空间立体的体积，让学生分组讨论，尝试运用二重积分的知识来解决。每个小组派代表发言，分享讨论结果和解题思路，培养学生的团队合作能力和创新思维。

5. 实际应用：

给出一些实际问题，如计算不均匀分布的平面薄板的质量，已知薄板的密度函数 $\rho(x,y)$ ，让学生建立二重积分模型并求解，使学生体会到二重积分在实际生活中的应用价值。

三、开展评价与反馈（10分钟）

通过课堂提问、作业、测验等方式及时了解学生对知识的掌握情况，发现学生在学习过程中存在的问题，如积分限的确定、计算方法的选择等方面的错误，及时给予反馈和指导。

分层练习：

1. 基础题：计算简单区域的二重积分（明确坐标系）。
2. 提高题：结合实际问题（如求圆柱体的体积）。

即时反馈：通过课堂在线平台（学习通）统计错误率，针对性讲解高频错误（如积分限设定错误）。

对学生的小组讨论表现进行评价，关注学生的参与度、团队协作能力、创新思维等

方面，鼓励学生积极参与讨论，提出不同的见解和解决方案。

四、持续改进

根据学生的学习情况和评价结果，分析教学过程中存在的不足之处，如教学方法是否合适、教学内容的难易程度是否适中、练习和作业的布置是否合理等，及时调整教学策略和方法，优化教学内容，以提高教学效果，确保学生能够达到预期的学习成果。

可分离变量微分方程的教学设计

基础数学教研室 贾爱霞

一、教学基本信息			
课程名称	高等数学	授课老师	贾爱霞
授课班级	电信 24-1	授课时数	2 学时
二、教学分析			
教学内容	<p>内容分析:可分离变量的微分方程是高等数学课程中常微分方程部分第二节的内容,它是一类最简单、最基础也是最重要的一阶微分方程,掌握好可分离变量的微分方程的定义及其解法是学习一般的一阶线性微分方程、高阶线性微分方程的基础,很多复杂的微分方程求解问题最终都转化为可分离变量微分方程的求解问题。另外,可分离变量微分方程在物理、力学、天文、化学、考古学、生态学、医学、航空航天、工程技术等多个领域有着广泛的应用。可分离变量的微分方程是微分方程的基石,占据着非常重要的地位和作用。</p> <p>教材分析:选用的教材是王帅等主编的《高等数学》,由同济大学出版社出版。本教材在保证整个知识体系的完整性之外,略去了复杂定理的证明过程,侧重知识的应用,适合应用型本科院校使用。</p>		
学情分析	<ol style="list-style-type: none">1.学生已经学习了导数、隐函数求导、微分、积分等知识,基本掌握了不定积分的求解方法和技巧;2.通过第一节内容的学习,学生已经了解了微分方程以及它的阶、解、通解、特解、初值条件等定义,会验证微分方程的解,对微分方程有了初步认识;3.通过一学期的高等数学课程学习,基本具备了自学能力,但是利用所学知识分析问题和解决问题的能力有待提高;4.基于超星学习通平台的混合教学模式的实施,学生已经能够熟练的使用平台,使得学生自主学习能力和团队意识、协作学习意识有所增强。		

三、教学目标（预期学习成果）		
教学目标	知识目标	1.准确陈述可分离变量微分方程的定义及标准形式。 2.复述分离变量法的基本步骤。
	能力目标	1.能独立将方程变形为可分离形式并求解。 2.能通过实际问题（如人口增长、冷却定律）建立可分离变量微分方程模型。
	素质目标	培养数学建模思维，体会微分方程在科学中的工具性作用。
教学重点	1.可分离变量微分方程的识别及标准解法。 2.解的显式表达与常数处理。	
教学难点	1.对方程进行变量分离的代数变形（如因式分解、移项）。 2.隐式解与显式解的转换。	
四、教学过程设计		
<p>（一）、问题导入（10分钟）</p> <p>活动设计：</p> <p>1. 情境创设：</p> <p>（1）展示“人口增长模型”问题：某地区人口增长率与当前人口数成正比，设初始人口为 P_0，如何预测 t 年后的人口规模？</p> <p>（2）引导学生列出微分方程 $\frac{dP}{dt} = kP$，提问：“如何求解此类方程？”</p> <p>2. 学生讨论：</p> <p>分组讨论方程特点，猜测解的可能形式（如指数函数）。</p> <p>OBE关联：通过实际问题激发兴趣，明确学习目标为“解决此类方程的通用方法”。</p> <p>（二）、概念讲解与示例（25分钟）</p> <p>活动设计：</p> <p>1. 定义呈现：</p> <p>可分离变量方程的标准形式：$\frac{dy}{dx} = g(x)h(y)$。强调“分离变量”的核心思想：将含 x 和 y 的项分置等式两侧。</p> <p>2. 步骤演示：</p> <p>（1）板书详细步骤：</p>		

$$\frac{dy}{dx} = g(x)h(y)$$

分离变量 $\frac{dy}{h(y)} = g(x)dx$

两端积分 $\int \frac{dy}{h(y)} = \int g(x)dx$

化简显式解（若可能）

(2) 通过例题 $y' = \frac{x}{y}$ 逐步演示分离变量、积分、显式化解的过程。

3. 学生互动:

提问：“若方程初始条件为 $y(0) = 1$ ，如何确定常数 C ？”（强调初值问题的求解）。

(三)、分组练习与反馈（25分钟）

活动设计:

1. 练习题分发:

基础题: $y' = e^x \cos y$ 、 $y' = \frac{y}{x}$ 。

提高题: $y' = \frac{x+y}{x}$ （需变形为可分离形式，提示无法直接分离时，如何通过变量替换

化归为可分离形式）。

2. 小组合作:

学生分组解题，教师巡视指导，重点观察分离变量中的常见错误（如符号错误、积分遗漏常数）。

3. 即时反馈:

随机抽取小组板书解答，师生共同点评，强调步骤规范性。

(四)、应用拓展（20分钟）

活动设计:

1. 案例建模:

(1) 提供“牛顿冷却定律”问题：一杯 90°C 的热水置于 25°C 环境中，温度下降速率与温差成正比，求温度函数 $T(t)$ 。

(2) 引导学生建立方程 $\frac{dT}{dt} = -k(T - 25)$ ，分离变量并求解，分析解的物理意义。

2. 跨学科联系:

展示生物学中的 Logistic 方程 $\frac{dP}{dt} = rP(1 - \frac{P}{k})$ ，对比可分离变量方程与非线性模型的差

异。

OBE关联：强化数学工具解决实际问题的能力，培养跨学科思维。

(五)、总结与评价（10分钟）

1. 知识梳理：通过思维导图总结可分离变量方程的定义、解法步骤及应用场景。

2. 形成性评价：课堂小测（5分钟）：求解 $\frac{dy}{dx} = \frac{xy}{x^2+1}$ ，检验分离变量与积分能力。

3. 反思与作业：

反思问题：“若方程不可直接分离变量，可能有哪些处理方式？”。

作业：教材习题 + 实际应用题（如药物代谢模型）。

五、评估设计

1、形成性评估：

课堂练习参与度、小组讨论贡献、小测正确率。

2、总结性评估：

单元测验中包含可分离变量方程的求解与应用题。

3、反馈机制：

通过作业批改和在线平台（学习通）收集学生问题，调整后续教学重点。

不定积分的分部积分法的教学设计

基础数学教研室 赵新梅

<p>教学目标</p>	<p>课程目标 1: 获得高等数学的基本概念、基本理论和思想方法。</p> <p>课程目标 2: 提高逻辑推理能力、抽象思维能力和计算能力; 培养综合运用高等数学的理论和方法分析问题、解决问题的能力。</p> <p>课程目标 3: 提升自主学习、不断发展的意识和能力, 为终身学习奠定学科理论基础。</p> <p>本次课目标: 掌握分部积分法</p> <p>思政点: 通过分部积分公式不同情形下的使用, 培养学生思辨的能力。</p>	
<p>重点 难点</p>	<p>重点: 不定积分的分部积分法</p> <p>难点: 分部积分公式的使用</p>	
<p>教法 手段</p>	<p>讲授、讨论相结合</p> <p>多媒体辅助</p>	
<p>教学过程设计</p>		
<p>复习</p>	<p>第二类换元积分法课后习题, 每个班级两名同学板书做题, 完成后教师分重难点讲解。</p>	<p>巩固第二类换元积分法, 强调第二类换元积分法的特征。</p>
<p>主要内容</p>	<p>新课导入: 基本初等函数中对数函数、反三角函数如何积分?</p> <p>还有像 $\int x \sin x dx$, $\int x e^x dx$, $\int \ln x dx$ $\int e^x \sin x dx$ 如何积分?</p> <p>讲授新课: 1) 由乘积函数的微分公式, 推导出分部积分公式。</p> <p>例题 $\int x \sin x dx$, $\int x e^x dx$, $\int e^x \sin x dx$ 讲解, 总结如何确定哪个函数微分, 哪个函数积分的规律。</p>	<p>学生讨论: 被积函数的特征, 学习过的积分法是否适用?</p> <p>结论: 被积函数比较简单, 但是之前的积分方法无对其进行积分, 需要寻求新的方法。</p> <p>解决方法: 基本积分公式借助于微分公式而来, 第一类换元积分由复合函数而来, 所以思考的方式, 根据逆运算--两个函数乘积的导数公式考虑。</p>

	<p>学生练习（教材习题），并提出存在的问题： ①哪个选择为 u,哪个选择为 v；②分部积分公式连续多次使用时注意前后选择的一致性；③分部积分公式的竖式如何使用？</p> <p>例题 $\int x \arctan x dx$,</p> $\int \frac{xe^x}{\sqrt{e^x-3}} dx.$ <p>课后作业：学习通，难度高于教材习题。</p>	<p>例题要求：分类讲解、由易到难，边讲解边总结，提出疑问非常重要。</p> <p>其中 $\int \frac{xe^x}{\sqrt{e^x-3}}$ 积分过程：先根式换元（第二类），接下来分部积分，最后变形再凑微分（第一类），体现综合运用积分方法。</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl;">教学效果分析与反思</p>	<p>OBE 教学理念，就本节课经过教学方法创新教学之后的收获和不足总结分析如下：</p> <p>教学方法方面：由以前教师直接教授转变为以学生为中心、教师为主导解决学生的需求问题。1) 复习引入由提问或者教师直接总结转变为学生做题，教师重难点讲解；2) 新课由教师讲授转变为教师引导、由学生讨论，提出疑问或者存在的问题，解决学生的需求；3) 课前预习无需固定内容的来源，通过习题测试只关注预习的效果。</p> <p>教学内容方面：1) 对分部积分公式通过逆运算微分推导，再变换到竖式表达，实现了不同方式对教学内容的理解；2) 例题由易到难，逐级体现教学内容的高阶性、创新性和挑战度，习题选择由之前较为单一的作业转变为阶梯式作业。</p> <p>思政点：通过对分部积分公式中哪个函数微分，哪个函数积分的选择上，引导学生培养思辨能力。</p> <p>目标达成分析：学生能够在使用公式时提出问题，能够对公式使用时出现不同结果提出质疑；2) 部分学生对竖式的使用很灵活，能够接受新的方法。3) 测试题及课后习题完成良好。</p> <p>教学反思：</p> <p>1) 引导学生自主思考、解决问题能够提高学生的学习积极性和参与度；以平时成绩为契机鼓励学生主动求知远胜于教师声嘶力竭的教导；2) 和学生一起解决问题好于想办法教会学生，即以学生为中心的目标教学优于以教为中心的目标教学。</p>	

多元函数极值及其求法的教学设计

基础数学教研室 王天祥

一、教学目标

知识目标：

1. 理解多元函数极值（极大值/极小值）、驻点、条件极值的概念。
2. 掌握二元函数极值的必要条件（驻点存在性）和充分条件（二阶偏导数判别法）。
3. 熟练运用拉格朗日乘数法求解带约束条件的极值问题。

能力目标：

1. 能将实际多变量优化问题（如资源分配、几何优化）转化为数学模型，通过偏导数分析极值。
2. 提升逻辑推理能力：从一元函数极值类比推导多元函数极值判定法则。

素养目标：

1. 体会多元微积分在工程、经济等领域的工具性价值，培养“用数学解决复杂问题”的思维习惯。

二、教学重难点

教学重点：多元函数极值和最值的概念；多元函数极值存在的必要条件、充分条件；多元函数极值和最值的求解。

教学难点：多元函数极值存在的必要条件、充分条件；多元函数极值和最值的求解。

三、教学对象

理工科专业本科大二学生

四、教学方法

讲授法、案例驱动法、小组讨论，探究式学习等。

五、教学实施

1. 课前：成果导向预习（激活先验知识）

任务1：复习一元函数极值判定方法（一阶导数、二阶导数法），思考：一元函数极值与多元函数极值的本质区别是什么？（变量个数增加带来的复杂性）

任务2：预习案例：

某工厂生产甲、乙两种产品，利润函数为 $L(x, y) = -x^2 - 2y^2 + 2xy + 6x$ （ x, y 为产量），尝试用偏导数寻找可能的最大利润点。

工具准备：推荐使用Matlab绘制二元函数图像（如 $z = x^2 + y^2$ ），直观观察极值点特征。

2. 课中：成果导向探究（聚焦能力生成）

环节1：概念建构——从一元到多元的迁移（20分钟）

情境引入：

展示地形等高线图，类比说明二元函数 $z = f(x, y)$ 的极值（山峰/山谷）对应等高线的“驻点”（切线水平处）。

理论推导：

必要条件（板书推导）：

若 $z = f(x, y)$ 在 (x_0, y_0) 处可微且取极值，则 $f'_x(x_0, y_0) = 0$ 且 $f'_y(x_0, y_0) = 0$ 。

（类比一元函数：极值点处导数为0，多元需各偏导数同时为0）

驻点与极值点的关系：

驻点不一定是极值点（如马鞍点 $z = x^2 - y^2$ ），需进一步用充分条件判别。

环节2：无条件极值求解——二阶偏导数判别法（25分钟）

定理讲解：

设 $A = f''_{xx}, B = f''_{xy}, C = f''_{yy}$ ，在驻点 (x_0, y_0) 处：

- (1) $AC - B^2 > 0$ 时， $A > 0$ 为极小值， $A < 0$ 为极大值；
- (2) $AC - B^2 < 0$ 时，非极值点（鞍点）；
- (3) $AC - B^2 = 0$ 时，需特殊分析。

案例演示（例1）：

求 $f(x, y) = x^3 + y^3 - 3xy$ 的极值。

步骤：

1. 求偏导找驻点： $f'_x = 3x^2 - 3y = 0, f'_y = 3y^2 - 3x = 0$ ，解得驻点 $(0,0)$ 和 $(1,1)$ ；
2. 求二阶偏导： $A = 6x, B = -3, C = 6y$ ；
3. 代入驻点判别：

对于驻点 $(0,0)$ ： $AC - B^2 = -9 < 0$ ，非极值点；

对于驻点 $(1,1)$ ： $AC - B^2 = 27 > 0$ 且 $A = 6 > 0$ ，极小值点。

环节3：条件极值求解——拉格朗日乘数法（25分钟）

问题引入：“用固定长度的绳子围出最大面积的矩形”升级为三维问题：“用固定表面积制作容积最大的长方体”，如何建模？

方法推导：目标函数 $V = xyz$ ，约束条件 $2(xy + yz + zx) = S$ ；构造拉格朗日函数：

$$L(x, y, z) = xyz + \lambda(S - 2xy - 2yz - 2zx); \text{对 } x, y, z, \lambda \text{ 求偏导并解方程组, 得 } x = y = z = \sqrt{\frac{S}{6}}$$

时（正方体容积最大）。

学生实践：分组解决：“预算固定时，如何分配两种广告投放费用 (x, y) 使销量 $Q(x, y) = 20x + 30y - x^2 - 2y^2 - xy$ 最大化？”

（教师巡视指导，强调约束条件 $x + y = C$ 的引入与乘数法应用）

环节4：总结与拓展（10分钟）

跨学科链接：举例工业设计（零件最优尺寸）、经济学（效用最大化）中的多元极值应用，激发探索兴趣。

3. 课后：成果导向拓展（强化应用能力）

分层作业：

基础层：求 $f(x, y) = x^2 + y^2 - 2xy + 4x$ 的极值（巩固无条件极值解法）；

进阶层：用拉格朗日乘数法求椭圆 $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1$ 上点到点 $(1, 1)$ 的最短距离（含约束优化）；

挑战层：自选生活场景（如背包负重分配、农业种植优化），建立多元函数极值模型并求解。

三、教学评价（Evaluation of Outcomes）

1. 过程性评价（30%）

课堂参与：小组讨论中能否准确将实际问题转化为数学模型（如设定目标函数与约束条件，占10%）；

作业质量：极值求解步骤的规范性（如是否遗漏驻点、是否验证充分条件，占15%）；

软件应用：能否用Matlab绘制函数图像辅助理解极值特征（占5%）。

2. 终结性评价（70%）

知识测试（笔试，40%）：

题型1：求 $f(x, y) = e^{(x+y)}(x^2 - 2y^2)$ 的极值（无条件极值，20分）；

题型2：用拉格朗日乘数法求函数 $f(x, y) = x + y$ 在约束 $x^2 + 2y^2 = 1$ 下的最大值（条件极值，20分）。

项目报告（30%）：

提交“多元函数极值在××领域的应用”报告（如建筑设计、物流规划），要求：

- (1) 明确问题背景与建模过程；
- (2) 展示偏导数求解或拉格朗日乘数法应用步骤；
- (3) 分析结果的实际意义。

四、持续改进 (Improvement)

1. 数据反馈

统计作业与测试中高频错误：

共性问题1：忽略驻点需在定义域内检验（如实际问题中变量非负）；

共性问题2：拉格朗日乘数法方程组求解时漏解。

2. 教学调整

针对性训练：

(1) 增加“带定义域限制的极值问题”例题（如 $x \geq 0, y \geq 0$ 时的利润最大化）；

(2) 用“参数替换法”简化拉格朗日方程组求解（如对称约束问题中设 $x = y = z$ ）。

工具整合：下次课增加10分钟计算机辅助教学（MATLAB求偏导与绘图），直观展示鞍点与极值点的差异。

设计亮点

1. 成果导向清晰：以“解决多变量优化问题”为核心目标，从概念理解到方法应用层层递进，确保学生能“学后会用”。

2. 类比迁移自然：通过一元函数极值类比多元情形，降低认知难度，突出“导数本质是变化率分析”的核心思想。

3. 实践场景丰富：结合工程、经济案例，体现数学的实用性，培养学生“用数学眼光观察世界”的素养。

线性代数

矩阵特征值与特征向量的教学设计

工程数学教研室 张豫冈

一、教学目标

知识目标:

1. 学生能够理解矩阵特征值和特征向量的定义、性质及其几何意义。
2. 学生掌握手工求矩阵特征值和特征向量的方法和使用 Matlab 软件进行计算。
3. 了解矩阵特征值和特征向量在人脸识别中的应用。

能力目标:

1. 培养学生运用 MATLAB 进行矩阵运算和可视化分析的能力。
2. 培养学生通过自主探究和合作学习解决问题的能力。
3. 培养学生将数学知识应用于实际问题的能力。

情感目标:

1. 激发学生学习线性代数的兴趣。
2. 培养学生的数学思维 and 创新能力。
3. 强调数据安全，人脸识别技术中涉及大量个人信息，在教学过程中强调数据安全和个人隐私的重要性。

二、教学重点与难点

教学重点: 矩阵特征值和特征向量的定义、性质、求解方法及其几何意义。

教学难点: 特征值和特征向量的几何意义，特征值和特征向量在实际问题中的应用。

三、教学对象

理工科专业本科大一学生。

四、教学方法

以学生为中心的教学理念: 采用讲授法、问题驱动、案例分析、小组讨论、探究式学习等教学方法，引导学生主动参与学习过程。

信息技术与课程融合: 利用 MATLAB 软件进行矩阵运算，培养学生科学计算能力，可视化分析和案例模拟，增强教学的直观性和趣味性。

五、教学过程

(一) 课前环节 (60 分钟)

教师准备:

制作多媒体课件，包括课程导入、案例分析、MATLAB 演示等内容。设计课前预习任务，回顾复习学习本节课所用到的知识点。将学生分为 5 个学习小组，按小组布置预习任务，引导学生思考特征值和特征向量的概念和应用，制作 PPT 讲解矩阵特征值与特征向量的严格定义并推导特征方程。准备课堂练习题和课后作业，巩固学生的学习成果，布置课后拓展任务。

1. **发布预习任务:** 提前两天通过学习平台向学生发布预习资料，内容如下:

(1) 视频介绍与激发兴趣:

提供一个介绍人脸识别技术原理的短视频, 让学生了解矩阵的特征值、特征向量的应用价值, 激发学生对本节内容的学习兴趣。让学生查阅主成分分析法 (PCA) 实现人脸识别的相关资料, 对利用矩阵特征值、特征向量进行数据降维有初步了解。

问题 1: 通过观看视频大家已经了解的矩阵特征值、特征向量在人脸识别技术中的应用, 请大家查找资料举例矩阵特征值、特征向量在其他领域的应用。

(2) 动画演示与引导思考:

提供一段精心制作的动画, 动画中展示二维坐标系下, 矩阵 $A = \begin{bmatrix} -1 & 3 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$ 对不同向量进行变换的过程。先是随机选取两个向量如 $a = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$, $b = \begin{bmatrix} -2 \\ -1 \end{bmatrix}$ 在矩阵 A 线性变换作用下, 向量 $a = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ 的方向没有发生改变仅长度发生改变, 而向量 $b = \begin{bmatrix} -2 \\ -1 \end{bmatrix}$ 方向和长度都发生了改变。

再给出翻转矩阵 $B = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$, 让同学们观察翻转矩阵对向量 $a = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$, $b = \begin{bmatrix} -2 \\ -1 \end{bmatrix}$, $x_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$, $x_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ 的变换, 随后着重突出两个特殊向量 $x_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ 和 $x_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, 在矩阵变换后, 它们的方向始终保持保持在一条直线上, 而且长度有没有变化。在动画播放结束后, 提出以下问题引导学生思考:

问题 2: 对于向量 $a = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$, $b = \begin{bmatrix} -2 \\ -1 \end{bmatrix}$ 经过矩阵 $B = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ 变换后得到新向量 a', b' , 请通过矩阵乘法 Ba, Bb 计算 a', b' , 并画出网格图, 观察 a 与 a' , b 与 b' 的关系, 你发现了什么?

问题 3: 对于向量 $x_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$, 经过矩阵 $B = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ 变换后得到新向量 x_1' , 请通过矩阵乘法 Bx_1 计算 x_1' , 观察 x_1 与 x_1' 的关系, 你发现了什么? 同样计算向量 $x_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ 经过矩阵 B 变换后的新向量 x_2' , 它与 x_2 又有怎样的关联?

问题 4: 为什么在矩阵 B 的变换下, x_1 和 x_2 的方向不变, 只是长度改变, 而其他多数向量变换后的情况却很复杂呢? 在数学中, 像 x_1 和 x_2 的这样的向量对于矩阵 B 会有怎样特殊的意义和称呼呢?

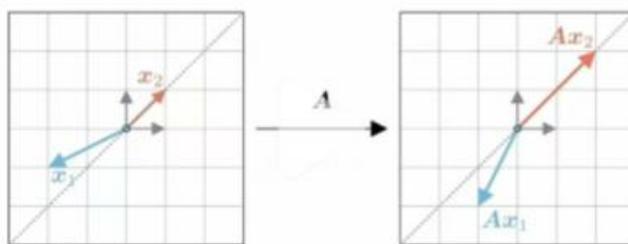


图 1 向量的线性变换图

(3) **教材内容预习指引**: 明确指出教材中关于矩阵特征值与特征向量章节的具体页码和段落范围(教材第4章第2节, $P_{183-185}$), 要求学生重点阅读概念阐述部分, 理解矩阵特征值与特征向量定义中各个参数的含义。同时, 思考定义中为何强调向量非零, 若向量为零会出现什么情况? 手工实践:(教材第 P_{184}) 例 11; 软件实践:(教材第 $P_{187-188}$) Matlab 做线代例 15-16。

(4) **知识关联提示**: 提醒学生在预习过程中, 回顾之前学过的矩阵乘法运算规则, 如矩阵相乘时行列元素如何对应计算; 行列式的性质与计算方法, 特别是二阶、三阶行列式的展开计算方法; 以及齐次线性方程组的求解思路, 包括如何判断方程组是否有非零解等知识, 思考这些知识与即将学习的矩阵特征值和特征向量之间可能存在的联系。

(5) **学生讲解内容布置**: 按小组布置预习任务, 引导学生思考特征值和特征向量的概念和应用, 制作 PPT 讲解矩阵特征值与特征向量的严格定义并推导特征方程。

2. 基础知识回顾: 在学习平台发布以下题目, 让学生在课前完成, 复习基础知识, 为手工计算矩阵特征值、特征向量打下基础。

(1) 矩阵乘法: 已知矩阵 $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$, 矩阵 $B = \begin{bmatrix} -1 & 6 \\ 3 & 5 \end{bmatrix}$, 计算 AB 。

(2) 行列式计算: 计算三阶行列式 $D = \begin{vmatrix} 1 & 2 & -4 \\ -2 & 2 & 1 \\ -3 & 4 & -2 \end{vmatrix}$ 的值。

(3) 齐次线性方程组求解: 判断齐次线性方程组 $\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 = 0, \\ 2x_1 + x_2 - x_3 = 0, \\ 3x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 0; \end{cases}$ 是否有解, 若有

解求通解。

学生准备:

1. 复习线性代数相关知识, 例如矩阵运算、行列式、线性方程组等。
2. 观看老师提供视频, 完成课前预习任务, 思考特征值和特征向量的概念和应用。
3. 制作 PPT 讲解矩阵特征值与特征向量的严格定义并推导特征方程。
4. 通过视频学习掌握矩阵特征值、特征向量的手工及 Matlab 求法, 并总结方法步骤。

(二) 课中环节 (90 分钟)

1. 课程导入 (8 分钟): 同学们, 在课前预习中, 大家已经了解的矩阵特征值、特征向量在人脸识别技术中的应用, 请各小组派代表来回答问题 1, 介绍矩阵特征值、特征向量在其他领域还有什么应用? 强调本节内容的重要性和应用性, 激发学生的学习兴趣。

大家观看了矩阵 $A = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ 对不同向量进行变换的过程, 对向量进行变换的动画。

也计算了向量 a, b, x_1, x_2 经过矩阵 A 变换后的结果。分别选三个小组, 各推选一名同学分别回答课前布置的问题 2、问题 3、问题 4。根据同学们的回答导入课程。我们发现, 多数向量在矩阵变换下, 方向和长度都发生了变化, 可向量 x_1 和 x_2 却只是长度改变, 方向保持不变。这背后隐藏着什么数学奥秘呢? 这种特殊的向量在矩阵研究中又有着怎样的

地位？带着这些问题，今天我们就一起深入探究矩阵特征值与特征向量的知识，去揭开它们神秘的面纱。

2. 知识点 1 讲解（8 分钟）：

选则小组派学生代表用 PPT 讲解**矩阵特征值与特征向量的严格定义**并推导特征方程。（6 分钟）组织学生小组讨论定义中的关键要素，如 λ 是数、 x 是非零向量，等式 $Ax = \lambda x$ 的含义等。学生认真阅读定义，结合实例在小组内积极交流，提出诸如“为什么特征向量必须是非零向量”等疑问，通过讨论加深对概念的理解。

教师对学生的讲解进行点评计分并补充（2 分钟）

3. 例题 1 讲解（20 分钟）

例 1：求矩阵 $A = \begin{bmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 3 \end{bmatrix}$ 的特征值和特征向量。

（1）手工实践（8 分钟）

选择小组派学生代表板书求解并归纳总结手工求解特征值、特征向量的方法步骤。（6 分钟）

教师对学生的讲解进行点评计分并补充（2 分钟）

（2）MATLAB 实践（12 分钟）

选择小组派学生代表上讲台在教师操作台上输入 Matlab 程序求解并讲解程序运行结果。（3 分钟）

教师对学生的讲解进行点评计分（1 分钟）

在学生程序基础上补充所求特征向量可视化代码给学生演示，引出特征值特征向量的几何意义（3 分钟）

```
% 可视化特征向量
```

```
figure;
```

```
quiver(zeros(2,1), zeros(2,1), V(:,1), V(:,2));
```

```
grid on;
```

```
axis equal;
```

```
title('特征向量');
```

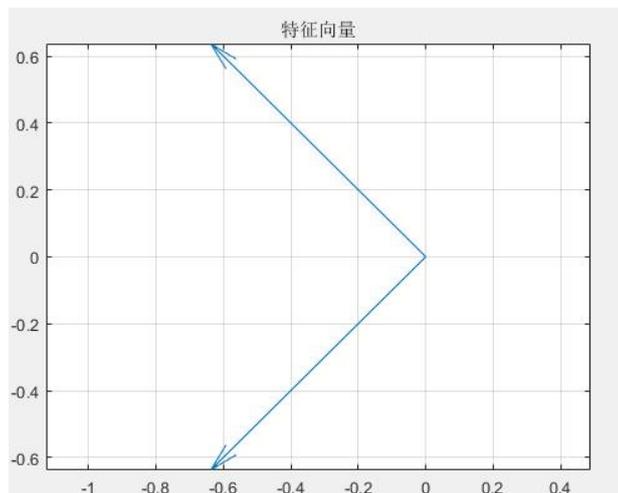


图 2 特征向量可视化图

教师利用 Matlab 中的 eigshow(A) 函数给同学们演示矩阵 A 特征值与特征向量的几何意义. (5 分钟)

$$A = [3 \ -1; \ -1 \ 3];$$

eigshow(A)

调用 eigshow 函数：然后调用 eigshow(A) 来演示线性变换。

eigshow(A)，A 为 2X2 矩阵，分别显示不同的单位向量 X 及经变换后的向量 AX。用鼠标拖动 x 旋转，可以使 x 产生一个单位圆，并显示 Ax 所产生的轨迹。

观察结果：通过鼠标操作，你可以看到单位向量 X 及其变换后的向量 AX 的轨迹。

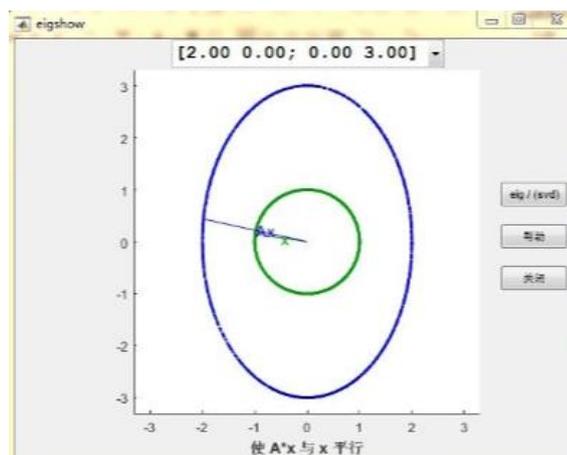


图 3 特征向量演示图

4. 分组练习 (9 分钟)

练习 1: 求矩阵 $A = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$ 的特征值与特征向量,

教师在学习通平台发布练习 1, 要求每组 4 位同学用手工求解, 另 4 位同学用 MATLAB 求解, 并将求解过程上传学习通平台, 比较完成速度, 完成后互换求解方法, 教师巡视指导, 对有困难的小组提示; 推选代表展示成果。

• 让学生在小组内合作探究该矩阵的特征值和特征向量的求解过程。小组内成员分工合作, 一人负责计算行列式, 一人负责解方程组, 一人负责记录和整理结果, 然后共同讨论总结求解方法和经验。

• 小组内讨论交流, 比如讨论求解过程中遇到的问题, 如计算错误、理解困难等, 共同寻找解决办法。每个小组推选一名代表上台展示小组的探究结果, 包括求解过程和最终答案, 其他小组可以进行提问和补充, 教师进行点评和总结, 比如指出小组求解过程中的优点和不足之处, 进一步加深学生对知识的理解。

课间休息 10 分钟

5. 知识点 2 讲解 (10 分钟):

教师用板书结合 PPT 讲解矩阵特征值与特征向量的性质 (定理 1, 定理 2 及推论, 定理 3) 并证明定理 1 中的结论 (2)。

特征值与特征向量的性质

定理 1 设 λ 是 n 阶方阵 A 的特征值, x 是其对应的特征向量, 则

- (1) $k\lambda$ 是 kA 的特征值;
- (2) λ^n 是 A^n 的特征值;
- (3) λ 是 A^T 的特征值;
- (4) 若 A 可逆, 且 $\lambda \neq 0$, 则 $\frac{1}{\lambda}$ 是 A^{-1} 的特征值.

证 下面仅证明 (2)。

由于 $Ax = \lambda x$, 所以

$$A^n x = A^{n-1}(Ax) = A^{n-1}(\lambda x) = \lambda A^{n-1} x = \lambda^2 A^{n-2} x = \cdots = \lambda^n x,$$

从而 λ^n 是 A^n 的特征值, 且 x 也是 A^n 对应于 λ^n 的特征向量.

定理 2 设 n 阶方阵 A 的 n 个特征值为 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, 则

- (1) $\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_n = a_{11} + a_{22} + \cdots + a_{nn} = tr(A)$;
- (2) $\lambda_1 \lambda_2 \cdots \lambda_n = |A|$,

其中 $tr(A)$ 是 A 的主对角线元素之和, 称为方阵 A 的迹.

定理 3 设 n 阶方阵 A 属于不同特征值的特征向量一定线性无关。

6. 例题 2 讲解 (8 分钟)

例 2: 设矩阵 $A = \begin{bmatrix} 6 & 2 & 4 \\ x & y & 2 \\ 4 & 2 & 6 \end{bmatrix}$ 有特征值 2, 11, 2, 求 x, y .

选择小组派学生代表板书求解并介绍解题思路和方法。(5 分钟)

教师对学生的讲解进行点评计分并补充给 (3 分钟)

7. 利用主成分分析法实现人脸识别技术的讲解及 Matlab 实现演示（20 分钟）

思政点：人脸识别技术中涉及大量个人信息，在教学过程中强调数据安全和个人隐私的重要性。

8. 课堂小结（7 分钟）

总结矩阵特征值和特征向量的重点内容，强调定义、性质和求解方法。

对学生在小组讨论和实践操作中的表现进行评价，肯定学生的努力和成果。

（三）课后拓展

1. 课后作业：

完成课后作业，巩固课堂所学知识。利用 MATLAB 完成一个与特征值和特征向量相关的小项目，例如：分析不同图像的特征值和特征向量，并进行图像压缩。

2. 拓展学习：

阅读相关文献，了解特征值和特征向量在更广泛领域的应用。以通过求解这个交通流量矩阵的特征值和特征向量，来了解城市中交通流量的主要流向和集中区域，就像地图上的主干道一样，这对交通规划和管理非常重要”，引出本节课的主题。

- 组织学生交流预习成果，比如让学生分享自己找到的学校图书馆借阅记录矩阵的特征值和特征向量的探索过程，以及在计算机图形学中了解到的图像缩放与矩阵特征值和特征向量的关系，引导学生进一步深入探讨。

收集城市交通流量的具体数据，如某一天不同时间段各个路口之间的车流量，形成一个的矩阵，比如，并制作成 PPT 中展示交通流量分布的图表，讲解如何通过矩阵特征值和特征向量来分析交通流量的集中区域和主要流动方向。

收集一段音乐音频的样本数据，将其转化为音频信号的矩阵形式，比如一个时长为 10 秒的音频，每隔 0.1 秒采样一次，形成一个的矩阵，展示音频信号的频谱图，讲解矩阵特征值和特征向量在音频信号处理中如何用于提取主要频率成分和特征。

（四）教学评价

过程性评价： 通过课堂提问、小组讨论、课堂练习等方式，评价学生的学习参与度、理解程度和应用能力。

结果性评价： 通过课后作业、项目报告等方式，评价学生对特征值和特征向量的掌握程度和应用能力。

（五）教学反思

通过课堂提问、作业批改等方式收集学生的学习反馈，了解学生对本节课内容的掌握情况和存在的问题，如对某些知识点的理解困难、MATLAB 编程中遇到的问题等。

根据学生的反馈，及时调整教学策略和方法，为后续教学提供参考，比如针对学生普遍存在的问题进行重点讲解和辅导，或者调整作业难度和内容。

矩阵的乘法的教学设计

工程数学教研室 祁丽娟

一、教学目标

知识目标：学生能够准确阐述矩阵乘法的定义、运算规则，熟练掌握矩阵乘法的运算方法。

能力目标：通过引例分析，学生具备运用矩阵乘法解决工业生产、图形变换等实际问题的能力，提升数学建模与逻辑思维能力。

素养目标：培养学生用数学眼光观察现实世界，用数学思维分析问题的核心素养，增强学生对数学应用价值的认同感，激发学习数学的兴趣。

二、教学重点与难点

1. 重点：深刻理解矩阵乘法的定义与运算规则。

2. 难点：理解矩阵乘法在实际问题中的应用逻辑以及理解矩阵乘法不满足交换律等特殊性质的原因。

三、教学方法

讲授法、案例驱动法、小组合作探究法、多媒体辅助教学法相结合

案例驱动法：由电影特效制作中图像的线性变换、工业生产相关问题的计算，引出矩阵乘法，激发学习兴趣。

小组合作学习法：将学生分成小组，共同探讨矩阵乘法运算规律，促进学生间的思维碰撞，培养团队协作能力。

多媒体辅助教学法：运用动画演示矩阵乘法的运算过程，将抽象运算可视化。

四、教学过程

（一）情境导入（5 分钟）

1. 工业引例：某工厂三个车间分别生产四种不同的产品，产品的数量构成一个 3×4 的矩阵 A，四种产品的销售单价和单位利润构成 4×2 矩阵 B。通过提问“如何快速计算出三个车间的销售收入和利润？”引出矩阵乘法的实际需求。

2. 电影《哪吒》引例：展示电影《哪吒》中的精彩画面——哪吒动作和表情变化特效片段

提问：“这些神奇的特效背后，数学是如何发挥作用的？”进一步激发学生的好奇心和学习兴趣。

指出在计算机图形学中，矩阵乘法是实现图形变换（如平移、旋转、缩放等）的重

要工具，为了实现逼真的虚拟场景和角色动作，需要对大量的三维图形进行变换。每个三维图形可以用一系列的坐标点表示，这些坐标点可以构成矩阵。每个关节的旋转和平移用一个矩阵表示，连续动作 = 多个矩阵连续相乘，引出矩阵乘法概念。

(二) 知识讲解 (15 分钟)

1. 结合引例，详细讲解矩阵乘法的定义，强调乘积矩阵的维度：左行×右列（得外）
2. 通过讲解例 1AB，运用多媒体动画演示矩阵乘法的运算过程，总结运算规则：左行右列乘积之和
3. 通过讲解例 1BA 强调矩阵可乘的条件：内同

(三) 小组合作探究 (15 分钟)

1. 给出四种不同类型的矩阵乘法练习题，将学生分组进行计算，教师巡视指导，及时解答学生的疑问。

(1) 已知 $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}$, 求 AB 和 BA .

(2) 设 $A = \begin{bmatrix} 6 & 3 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} -2 & 6 \\ 1 & -3 \end{bmatrix}$, $C = \begin{bmatrix} -1 & 5 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$, 求 AB 、 BA 和 AC .

(3) 已知 $A = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} \mu_1 & 0 & 0 \\ 0 & \mu_2 & 0 \\ 0 & 0 & \mu_3 \end{bmatrix}$, 求 AB 和 BA .

(4) 已知 $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}$, $E_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$, $E_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, 求 E_2A 和 AE_3 .

思考：由运算结果你发现了什么？

2. 布置探究任务：结合导入的引例，尝试用矩阵乘法解决实际问题：某工厂生产甲、乙两种产品，生产单位产品所需三种原材料的数量构成矩阵 A，三种原材料的单价构成矩阵 B，求生产这两种产品的总成本矩阵。通过该例，让学生体会矩阵乘法在实际经济问题中的应用，同时强化运算规则的运用。

(四) 成果展示与点评 (8 分钟)

1. 邀请小组代表展示讨论成果，分享通过实例计算得到的关于矩阵乘法运算律的结论。
2. 其他小组进行补充和评价。
3. 教师进行总结
 - (1) 矩阵乘法定义的三个关键点；

(2) 矩阵乘法不满足交换律的深层原因：从运算规则角度解释：即左矩阵行元素与右矩阵列元素对应相乘求和，交换顺序后参与运算的元素不同，结果自然不同，强调“规则意识”；

(3) 矩阵乘法与数的乘法运算律的区别。

(五) 课堂小结与作业布置 (2 分钟)

1. 引导学生回顾本节课重点内容，包括矩阵乘法定义、运算规则、可相乘条件、不满足交换律等特性，以及在实际问题中的应用。强调矩阵乘法作为线性代数核心运算，在后续课程及专业领域的重要性。

2. 布置作业：

(1) 基础作业：泛雅平台作业

(2) 拓展作业：寻找生活中其他可以用矩阵乘法解决的实际问题，并尝试用所学知识进行分析和解决。

五、教学评价

采用多元化的评价方式，全面考查学生的学习成果。过程性评价关注学生在小组讨论中的参与度、发言质量，是否能积极思考、与小组成员有效协作；在课堂提问环节，考查学生对矩阵乘法定义、运算规则等基础知识的理解与反应速度，记录学生的课堂表现情况；结果性评价通过作业、测验等方式，检验学生对矩阵乘法知识的掌握程度和应用能力，根据评价结果及时调整教学策略，实现 OBE 理念中“持续改进”的目标。

逆矩阵的教学设计

工程数学教研室 王芳弟

一、学习成果 (Learning Outcomes)

以学生为中心，定义不同层次的学习成果。

知识层面

1. 理解可逆矩阵及其逆矩阵的概念。
2. 掌握可逆矩阵的性质。
3. 熟练掌握利用初等变换求逆矩阵以及求解矩阵方程的方法。
4. 掌握 Matlab 中逆矩阵的计算方法及矩阵方程的求解方法。
5. 会用逆矩阵解决一些实际应用问题。

能力层面

1. 培养学生根据实际问题建立矩阵模型，并判断矩阵是否可逆的能力。
2. 培养学生运用逆矩阵求解矩阵方程、密码学等实际问题的能力。
3. 培养学生运用 Matlab 求复杂矩阵的逆矩阵的能力。

素养层面

培养学生的逻辑推理能力和数学建模思维，提升解决复杂问题的信心。

二、教学重点与难点

教学重点：逆矩阵的概念；初等变换求逆矩阵；Matlab 中逆矩阵的计算方法及矩阵方程的求解方法。

教学难点：矩阵方程的求解；逆矩阵的应用。

三、教学对象

理工科本科大一学生。

四、教学方法

以学生为中心，采用问题驱动、案例分析、讲授法、探究式学习、小组讨论、项目式学习等教学方法，引导学生参与整个学习过程。

1. 探究式学习：通过问题链引导学生自主推导逆矩阵性质。
2. 直观教学：利用动态演示工具 (MATLAB) 展示矩阵变换过程。
3. 项目式学习：布置“利用逆矩阵设计简单加密算法”的项目，强化应用能力。

五、教学设计 (反向设计)

阶段	环节	教学内容	活动		目的	时间分配
			教师	学生		
课前 (2h)						
课前	发布线上预习任务单	1. 视频学习：观看学习通平台视频（中途岛战役）， 分组讨论 发表自己对中途岛战役的看法。 2. 资料查阅：查阅资了解 Hill 加密解密算法， 思考 Hill 加密解密的本质是什么？ 3. 知识点：逆矩阵的概念；逆矩阵的性质；用初等变换法求逆矩阵；用初等变换法求解矩阵方程； Matlab 做线代；逆矩阵的应用。（教材 P64-76） 4. 预习作业：客观题 5 个。（针对矩阵的乘法运算、逆矩阵的概念及性质设置） 5. 预习困难反馈。	1. 学习通发布线上学习任务单。 2. 批改作业，整合学生预习作业的错误； 3. 针对学生预习困难反馈及时调整授课节奏。	1. 领取任务。 2. 自主学习。 3. 完成并提交作业。 4. 自学反馈。	引导学生完成自主学习，让学生成为课堂教学内容设计的主题输入者，将“以学生为中心”落地	2 小时，提前 2 天发布
课中 (90min)						
课中	课前自学问题反馈	展示课前学习反馈效果	反馈学生课前预习任务点完成情况及学生反馈的预习难点问题	聆听、思考，对照了解自己的自学效果在班里所处的水平	触动未按要求完成课前自学任务的同学，使其认识到自身的问题，及时转变学习态度	2min
	告知学生学习内容	对本讲的主要内容进行介绍，标注重难点 1. 逆矩阵的概念（ 重点 ） 2. 逆矩阵的性质 3. 初等变换法求逆矩阵（ 重点 ） 4. 矩阵方程的求解（ 难点 ） 5. Matlab 中逆矩阵的计算方法（ 重点 ） 6. 逆矩阵的应用（ 难点 ）	对本讲知识点及重难点问题进行系统化梳理	结合自身预习情况，完成知识点梳理	帮助学生建立本讲知识图谱，理顺各知识点内在联系	1min
	本讲知识点导入	以中途岛战役为引，提出“信息安全的重要性”这一思想	问一问 ：中途岛战役和本讲知识有什么内在的联系？	观看视频思考回答领悟吸收	1. 激发学生的学习兴趣，吸引学生的注意力。 2. 悟出信息安全的重要性	2min
	知识点讲	逆矩阵的概念	由数的运算中，方程 $ax = c$ 的求解过程，思考矩阵方程 $AX = C$ 的求解，并提	聆听、思考、理解、熟记	结合初等数学的运算，理解变换运算对象（数、	10min

解		出四个问题，进一步引出并阐述逆矩阵的概念		字母、代数式变为数表)后矩阵方程的求解，完成知识的传授	
课堂互动	借助于可逆矩阵的定义判断低阶矩阵是否可逆	<ol style="list-style-type: none"> 1. 给定二阶方阵 $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$，将学生每5人分一组，判断矩阵 A 是否可逆，若可逆，求出 A^{-1}； 2. 随机抽取两组，分享结果； 3. 完成情况点评，知识点强化。 	参与互动 分享结果 交流领悟	帮助学生完成知识巩固和内化吸收；学生完成练习获得学习成就感，提高学习兴趣。	5min
课堂互动	逆矩阵的性质	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通过问题链引导学生自主推导逆矩阵性质。 问一问： 问题 1： 若方阵 A 可逆，问 A^{-1} 是否可逆，若可逆，$(A^{-1})^{-1} = ?$ 问题 2： 若方阵 A 可逆，问 $kA(k \neq 0)$ 是否可逆，若可逆，$(kA)^{-1} = ?$ 问题 3： 若 n 阶方阵 A, B 可逆，问 AB 是否可逆，若可逆，$(AB)^{-1} = ?$ 问题 4： 若方阵 A 可逆，问 A^T 是否可逆，若可逆，$(A^T)^{-1} = ?$ 2. 随机抽取两组，分享结果； 3. 完成情况点评，知识点强化。 	分组参与互动 分享结果 交流领悟	分组推导逆矩阵的性质，互相验证方法和结果，培养学生的协作能力	15min
知识点讲解	初等变换求逆矩阵	定理推导、方法总结及例题讲解	聆听、思考、理解、熟记	完成知识点的消化吸收	15min
课堂互动	问题驱动, 提出问题	问一问： 如何通过矩阵的逆求解线性方程组？	思考、回答问题	引导学生思考逆矩阵的必要性	1min
知识点讲	矩阵方程的求解	知识点讲授 方法总结 例题讲解	聆听、思考、理解、熟记	完成知识点的消化吸收	10min

解					
知识点讲解	<p>Matlab 做线代：演示使用 Matlab 软件准确的判断一个矩阵是否可逆，并求其逆矩阵；使用 Matlab 软件求解矩阵方程</p>	<p>知识点讲授 程序演示</p>	<p>聆听、思考、理解、熟记</p>	<p>1. 完成知识点的消化吸收； 2. 培养学生的计算思维能力，使学生感受到计算机编程语言和算法的强大与魅力，增强学习兴趣。</p>	<p>15min</p>
课堂互动	<p>课堂练习： 使用 Matlab 软件编程求解矩阵方程</p> $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} X = \begin{bmatrix} 1 & -4 & 3 \\ 2 & 0 & -1 \\ 1 & -2 & 0 \end{bmatrix}$	<p>1. 学习通发布课堂练习（设置为生生互评）； 2. 答题结束后，教师进行点评和讲解。</p>	<p>测一测： 即讲即练 评一评： 学生之间互评做大作业</p>	<p>1. 帮助巩固所学知识，完成知识到能力的转化过程，检验学生学习效果； 2. 培养学生的时间观念及责任心。</p>	<p>8min</p>
知识点讲解	<p>逆矩阵的应用</p>	<p>通过 Hill 密码实际案例，说明逆矩阵的应用价值。</p>	<p>聆听、思考、理解、熟记</p>	<p>1.学以致用； 2.激发学习兴趣。</p>	<p>5min</p>
布置课后作业	<p>1. 复习本节知识 2. 完成学习通作业 E1.5 3. 利用逆矩阵设计简单加密算法（给自己的老师、同学、父母写一封密信） 4. 完成下节线上学习任务单</p>	<p>布置课后阶段学习任务</p>	<p>知识点复习 完成课程作业 完成下节线上学习任务单</p>	<p>1. 完成课程知识的巩固与内化； 2. 通过课外自主学习完成知识深度与广度的拓展提升。</p>	<p>1min</p>
课后（2h）					
课后	<p>1.复习本节知识； 2.完成学习通作业 E1.5； 3.项目式学习：利用逆矩阵设计简单加密算法（例如，可以给自己的老师、同学、父母写一封密信）； 4.完成下节线上学习任务单。</p>	<p>学习通发布课后任务单及课后任务</p>	<p>1. 按照课后任务单完成线上线下任务； 2. 通过学习通提交作业。</p>	<p>通过作业及实践题目巩固所学知识，检验学习，在此基础上完成思维拓展提</p>	<p>1.5h</p>

					升。	
	上机实践	完成作业 E1.5 编程作业	学习通发布作业	完成上机实践内容	通过上机实践完成知识到能力的转化过程，检验学生学习效果。	30min
质量评价与持续改进						
质量评价与持续改进	质量评价	<ol style="list-style-type: none"> 1. 过程性评价 2. 结果性评价 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通过课堂提问、小组讨论、课堂练习等方式，评价学生的学习参与度、对知识点的理解程度及应用能力； 2. 通过课后作业、项目式报告，评价学生对逆矩阵及其应用的掌握程度。 		及时了解学生对本讲知识的掌握程度，为持续性教学改进做好铺垫。	
	持续改进	<ol style="list-style-type: none"> 1. 反馈与调整 2. 成果导向反思 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通过学生作业和项目报告分析薄弱环节，调整教学内容和方法； 2. 对照预设学习成果，评估学生的实际达成情况，优化后续教学设计。 		针对现有教学设计和教学实施过程中存在的不足支出进行反思，整改，保持课程的内在活力和生命力。	

概率论与数理统计

数学期望的教学设计

工程数学教研室 安晓伟

一、教学背景

“随机变量的数学期望”是概率论与数理统计的关键概念，它反映随机变量取值的平均水平，在理论及实际应用（如：金融风险评估、工程可靠性分析）中极为重要。

二、教学目标

1.知识目标：深刻理解数学期望的定义、性质，熟练掌握常见分布（如离散型 0-1 布、二项分布、泊松分布；连续型的均匀分布、指数分布、正态分布）的数学期望计算方法。

2.能力目标：能灵活运用数学期望解决实际问题，如经济投资决策、产品质量评估、保险费率制定等；提升逻辑思维与数据分析能力，学会通过数学期望分析随机现象得出结论。

3.素养目标：培养严谨的科学态度与创新思维，增强对数学的兴趣与应用数学的意识。

三、教学重难点

1. **教学重点：**数学期望的定义、性质及计算。

2. **教学难点：**随机变量函数的数学期望；运用数学期望解决复杂实际问题。

四、教学对象

理工科本科大二学生

五、教学设计

课程章节	第四章：随机变量的数字特征/第一节：数学期望		
课 时	2学时	授课类型	<input checked="" type="checkbox"/> 新授课 习题课 实验课 其他
授课方式	PPT+板书讲授	教学用具	PPT、黑板、粉笔
教学目的	本节课程围绕学生最终需达成的能力（即熟练掌握数学期望，支撑学生后续专业类课程，如：运筹学、工程优化、人工智能数据分析等），进行教学设计。 让学生掌握数学期望的核心定义与计算方法；通过分层案例训练培养其计算离散型与连续型随机变量期望的实操能力；最终引导学生在专业场景中运用期望理论解决实际问题，实现知识向职业能力的转化。		

前测
15分钟

设: X, Y 分别表示甲和乙得到的赌金数, 则分布律分别为

X	0	60
P	1/4	3/4

Y	0	60
P	3/4	1/4

因此, 甲能“期望”得到的数目应为: $0 \times \frac{1}{4} + 60 \times \frac{3}{4} = 45$

乙能“期望”得到的数目应为: $0 \times \frac{3}{4} + 60 \times \frac{1}{4} = 15$

即甲、乙应该按照3:1的比例分配全部的赌本.

2. 引例 2: 设射手A在同样条件下进行射击, 命中的环数 X 是一随机变量, 其分布律如下:

X	10	9	8	7
p_k	0.2	0.5	0.3	0.1

在 N 次射击中, 平均每次击中的环数约为

$$\frac{1}{N} (10 \times 0.2N + 9 \times 0.5N + 8 \times 0.3N + 7 \times 0.1N)$$

$$= 10 \times 0.2 + 9 \times 0.5 + 8 \times 0.3 + 7 \times 0.1 = 9.6(\text{环}).$$

新课
讲授
30分钟

一、数学期望的定义

定义 1: 设离散型随机变量 X 的分布律为

$$P\{X=x_k\}=p_k \quad k=1,2,\dots,$$

若级数 $\sum_{k=1}^{\infty} x_k p_k$ 绝对收敛, 则称级数 $\sum_{k=1}^{\infty} x_k p_k$ 为随机变量 X 的数

学期望, 记为 $E(X)$.

定义 2: 设连续型随机变量 X 的概率密度为 $f(x)$, 若积分

$$\int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx$$

绝对收敛, 则称积分 $\int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx$ 的值为随机变量 X 的数学期望, 记为 $E(X)$.

二、数学期望的性质

数学期望的性质:

1. 设 C 是常数, 则 $E(C) = C$;
2. 若 k 是常数, 则 $E(kX) = kE(X)$;
3. $E(X + Y) = E(X) + E(Y)$;

推广 $E[\sum_{i=1}^n X_i] = E \sum_{i=1}^n (X_i)$.

4. 设 X, Y 相互独立, 则 $E(XY) = E(X)E(Y)$;

推广 $E[\prod_{i=1}^n X_i] = \prod_{i=1}^n E(X_i)$.(诸 X_i 相互独立)

注意: 由 $E(XY) = E(X)E(Y)$ 不一定能推出 X, Y 独立

例题:

(二项分布 $B(n, p)$) $X \sim B(n, p)$, 则 $EX = ?$

解: X : n 重伯努利试验 A 发生的次数 X_i : 第 i 次伯努利试验 A 发生的次数, $i = 1, 2, \dots, n$.

$$X = X_1 + X_2 + \dots + X_n = \sum_{i=1}^n X_i.$$

$X_i \rightarrow \begin{cases} 1, & \text{第}i\text{次伯努利试验}A\text{发生的次数} \\ 0, & \text{第}i\text{次伯努利试验}A\text{不发生的次数.} \end{cases}$

X_i	1	0	$EX_i = p$
	p	$1 - p$	

$$EX = E(\sum_{i=1}^n X_i) = \sum_{i=1}^n EX_i = np.$$

三、随机变量函数的期望

定理 设 Y 是随机变量 X 的函数 $Y=g(X)$ (g 是连续函数).

(1) X 是离散型随机变量, 它的分布律为 $P(X=x_k) = p_k, k=1, 2, \dots$,

若 $\sum_{k=1}^{\infty} g(x_k)p_k$ 绝对收敛, 则有 $E(Y) = E[g(X)] = \sum_{k=1}^{\infty} g(x_k)p_k$.

(2) X 是连续型随机变量, 它的概率密度为 $f(x)$, 若

$\int_{-\infty}^{+\infty} g(x)f(x)dx$ 绝对收敛, 则有 $E(Y) = E[g(X)] = \int_{-\infty}^{+\infty} g(x)f(x)dx$.

上述定理的重要意义在于, 当我们求 $E(Y)$ 时, 不必知道 Y 的分布而只需知道 X 的分布就可以了。当然, 我们也可以由已知的 X 的分布, 先求出其函数 $g(X)$ 的分布, 再根据数学期望的定义去求 $E[g(X)]$, 然而, 求 $Y=g(X)$ 的分布是不容易的, 所以一般不采用后一种方法。

教学组织与安排

应用案例
15分钟

应用：验血方案的选择

为普查某种疾病， n 个人需验血。有如下两种验血方案：

(1) 分别化验每个人的血，共需化验 n 次；

(2) 分组化验。每 k 个人分为 1 组， k 个人的血混在一起化验，若结果为阴性，则只需化验一次；若为阳性，则对 k 个人的血 逐个化验，找出有病者，此时 k 个人的血需化验 $k+1$ 次。

设：每个人血液化验呈阳性的概率为 p ，且每个人化验结果是相互独立的。试说明选择哪一方案较经济。

投票环节

解：为简单记，不妨设 n 是 k 的倍数，共分成 $j = n/k$ 组。

设：第 i 组需化验的次数为 X_i ，则其分布律为：

X_i	1	$k+1$
P	$(1-p)^k$	$1-(1-p)^k$

$$E(X_i) = 1 \times (1-p)^k + (k+1) \times [1 - (1-p)^k] = (k+1) - k(1-p)^k.$$

$$E(X_i) = (k+1) - k(1-p)^k.$$

方案2： 需要化验的总次数为： $X = X_1 + X_2 + \dots + X_j$.

$$\begin{aligned} E(X) &= \sum_{i=1}^j E(X_i) = \frac{n}{k} [(k+1) - k(1-p)^k] \\ &= n[1 - ((1-p)^k - \frac{1}{k})] \end{aligned}$$

若 $(1-p)^k - \frac{1}{k} > 0$ ，则 $E(X) < n$ ，即方案2优于方案1。

如： $n = 1000, p = 0.001, k = 10$

$$E(X) = 1000[1 - (0.999^{10} - \frac{1}{10})] \approx 110 \ll 1000.$$

思政：与我们做核酸采取的方法一致，从我们国家这三年抗疫的情况来看，一直免费做核酸，而且结果出来的很快，有很多外国人羡慕我们，也在感叹我们的精准抗疫，说明了我们国家日益强大，人民空前的团结。

教学组织与安排	后测 15分钟	<p>设国际市场每年对我国某种出口商品的需求量 X(吨)服从区间 $[2000, 4000]$上的均匀分布.若售出这种商品 1 吨,可挣得外汇 3 万元,但如果销售不出而囤积于仓库,则每吨需保管费 1 万元. 问应预备多少吨这种商品,才能使国家的收益最大?</p> <p>解 设预备这种商品 y 吨 ($2000 \leq y \leq 4000$), 则收益为</p> $g(X) = \begin{cases} 3y, & X \geq y, \\ 3X - (y - X), & X < y. \end{cases}$ <p>则</p> $\begin{aligned} E[g(X)] &= \int_{-\infty}^{+\infty} g(x)f(x)dx = \int_{2000}^{4000} g(x) \cdot \frac{1}{4000 - 2000} dx \\ &= \frac{1}{2000} \int_{2000}^y [3x - (y - x)]dx + \frac{1}{2000} \int_y^{4000} 3ydx \\ &= \frac{1}{1000} (-y^2 + 7000y - 4 \times 10^6). \end{aligned}$ <p>当 $y=3500$ 吨时, 上式达到最大值.所以预备 3500 吨此种商品能使国家的收益最大, 最大收益为 8250 万元.</p>
	归纳小结 5分钟	<p>本节主要介绍了随机变量的数学期望的定义、性质, 随机变量函数的数学期望。</p>
教学后记	<p>一个随机变量并不一定存在数学期望; 数学期望是一个具体的数字, 不是函数。</p>	

六、教学评价

形成性评价: 通过课堂提问、小组讨论、课堂练习等方式, 评价学生的学习参与度、理解程度和应用能力。

总结性评价: 通过后测、课后作业等方式, 评价学生对数学期望的计算以及应用数学期望解决实际复杂问题的能力。

基于OBE理念的参数估计-矩估计的教学设计

工程数学教研室 吝洁

一、课程基本信息

- 1.课程名称：概率论与数理统计
- 2.教学内容：第七章“参数估计”第一节“矩估计法”
- 3.适用对象：理工科本科二年级学生（已掌握概率论基础、样本矩与总体矩概念）
- 4.课时安排：2课时（理论讲授1课时+案例实践1课时）

二、OBE理念下的教学设计逻辑

核心理念：以学生“能做什么”为出发点，逆向设计教学路径，确保“目标—教学—评价”一致性。

核心问题链：

- 1.为什么需要矩估计？（解决实际问题的必要性）
- 2.矩估计的核心思想是什么？（理论本质）
- 3.如何通过样本数据构建矩估计量？（操作步骤）
- 4.矩估计在不同场景中的适用性如何？（应用迁移）

三、学情分析（前导知识与能力基础）

1.学生基础：

已掌握概率论基本概念（总体、样本、矩、期望、方差）。
熟悉样本均值、样本方差等描述性统计量的计算。
初步了解参数估计的基本框架（点估计、估计量评价标准）。

2.学习难点：

理解“用样本矩替代总体矩”的合理性（统计思想的抽象性）。
多参数情况下矩方程的构造与求解（方程联立的逻辑性）。
实际问题中矩估计量的有效性判断（与场景结合的灵活性）。

四、OBE理念下的学习成果目标（Outcomes）

1. 知识目标

理解矩估计法的基本思想与理论依据（用样本矩估计总体矩）；
掌握矩估计法的具体步骤，能推导常见分布（如正态分布、均匀分布、泊松分布等）的矩估计量；
区分总体矩与样本矩的概念，明确矩估计的适用场景。

2. 能力目标

能针对实际问题构建矩估计模型，通过样本数据求解未知参数的估计值；
培养数据驱动的问题解决能力，将统计方法应用于工程、经济等领域的参数估计。

3. 素养目标

树立“从样本推断总体”的统计思维，体会数学工具在实际中的应用价值；
培养严谨的科学态度与逻辑推理能力，提升实际问题转化能力。

五、教学策略（OBE导向的互动设计）

1. 问题链驱动法：

通过“是什么—为什么—怎么做—何时用”的递进式提问，引导学生主动推导原理。

2. 案例分层法：

设计“基础案例（均匀分布）—复杂案例（正态分布双参数）—实际问题案例”，满足不同能力层次学生的需求。

3. 小组协作法：

分组完成“多参数矩方程求解”任务，强调“建模—推导—验证”的完整流程，培养团队协作与逻辑表达能力。

六、教学设计

环节	教学内容	活动		目的	时间分配
		教师	学生		
课前					
课前准备	学习资源	1.学习通发布微课视频及PPT教学课件	1.初步理解矩估计的定义、核心公式及统计背景。 2.初步思考矩估计的适用性与局限性，尝试联系实际 问题。	1. 知识铺垫 2. 思维激发 3. 能力准备	提前 2 天 发 布

	预习任务：分层设计，问题驱动.	学习通发布： 1.基础任务(全体必做) 2.进阶任务(选做) 3.在线讨论区，老师参与讨论	1. 学习平台提交； 2. 拍照上传讨论区； 3. 提交预习教学日志。	1.让学生清楚已理解的内容 2.提出自己疑问？ 3.自己想探究什么？	
课上					
知识导入 问题驱动 引发兴趣	案例引入： “某工厂生产的零件寿命服从未知均值的指数分布，现抽取100件测试，平均寿命为500小时，如何估计总体平均寿命？”	回顾“总体矩”（均值、方差、 k 阶原点矩/中心矩）与“样本矩”的定义，强调样本矩是总体矩的“观测值”，大数定理.	引发思考：如何用样本信息（均值）估计总体参数（期望）？	激发兴趣，提出 OBE 核心问题：“能否用样本矩直接替代总体矩？为什么？”	15m
原理建构 矩估计的逻辑推	求矩估计的基本步骤 ： 设总体的分布函数中含有个未知参数，为的一个样本，并设总体的阶矩存在.求矩估计的主要步骤如下：(1)求总体的前阶矩.(2)解出未知参数关于总体前 k 阶矩的方程组.(3)用样本	思想本质（OBE核心逻辑：从成果反推原理）： “既然样本是总体的“映射”，能否用样本矩直接替代总体矩，建立方程求解未知参数？” (引出英国统计学家 K. Pearson 提出的矩估计法)	理解矩估计的思想，掌握求矩估计的基本步骤.	若总体分布有几个未知参数，需建立几个矩方程。	15m

导	矩 $A_L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^L$ 代替 (7.2) 中的 $\mu_L (L=1,2,\dots,k)$, 即可 得 $\theta_L (L=1,2,\dots,k)$ 的矩 估 计 量 $\hat{\theta}_L = \hat{\theta}_L (A_1, A_2, \dots, A_k), L=1,$												
案 例 拆 解 — — 单 参 数 模 型	案例 1: 均匀分布 $X \sim U(0,b)$, 求 b 的矩 估计	板书讲解: 1.计算总体 一 阶 原 点 矩 $\mu_1 = E(X) = b/2$, 2.解方程解出未知参 数 $b = 2\mu_1$, 3. 用 样 本 一 阶 矩 $A_1 = \bar{X}$ 替换总体一阶 矩 μ_1 得到 $\hat{b} = 2\bar{X}$ 的矩 估计. 老师总结: 在矩估计 中, 通常使用最低阶 矩来估计主要的原因 : 计算简便; 符合大 数定律; 具有代表性 ; 减少误差积累.	学生总结回答计 算单参数矩估计 方法, 思考为什么 单参数估计用样 本一阶矩替换?	会解决单参 数矩估计的 计算.	10m								
互 动 环 节	练习: 设总体 X 的概 率 分 布 为 <table border="1" data-bbox="284 1646 561 1724"> <tr> <td>X</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>θ^2</td> <td>$2\theta(1-\theta)$</td> <td>$(1-\theta)^2$</td> </tr> </table> 其中 $\theta(0 < \theta < 1)$ 是未 知参数, 利用总体 X 的如下样本值 1,2,1, 求 θ 的矩估计值; .	X	1	2	3	P	θ^2	$2\theta(1-\theta)$	$(1-\theta)^2$	教师巡视指导. 总结及解答学生解题 过程出现的误区及困 惑.	随机请学生上黑 板做题.	会熟练计算 单参数矩估 计、	5m
X	1	2	3										
P	θ^2	$2\theta(1-\theta)$	$(1-\theta)^2$										

<p>进阶应用——多参数模型</p>	<p>案例 2: 设 X_1, X_2, \dots, X_n 是来自总体 X 的样本, 总体 X 的均值 μ 及方差 σ^2 ($\sigma^2 > 0$) 都存在, 但 μ, σ^2 均未知. 试求 μ, σ^2 的矩估计量.</p>	<p>教师黑板书写: 由题意得</p> $\begin{cases} \mu_1 = E(X) = \mu, \\ \mu_2 = E(X^2) = D(X) + [E(X)]^2 \end{cases}$ <p>解得</p> $\begin{cases} \mu = \mu_1, \\ \sigma^2 = \mu_2 - \mu_1^2, \end{cases}$ <p>分别以 $A_1 = \bar{X}, A_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^2$ 代替 μ_1, μ_2, 得 μ 和 σ^2 的矩估计量分别为</p> $\begin{cases} \hat{\mu} = A_1 = \bar{X}, \\ \hat{\sigma}^2 = A_2 - A_1^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^2 - \bar{X}^2 \end{cases}$ <p>总结: 不论总体服从什么分布, 期望的矩估计是总体一阶矩, 方差的矩估计是样本二阶中心距.</p>	<p>理解及掌握多参数估计的方法, 学生思考为什么方差的矩估计是样本二阶中心距而不是样本方差?</p>	<p>1. 利用总结结论得出其他常见分布的参数的矩估计.</p> <p>2. 强调样本方差的矩估计量是“有偏估计”(与后续“无偏估计”形成对比).</p>	<p>15m</p>
<p>互动环节</p>	<p>练习: 求泊松分布 $X \sim P(\lambda)$ 矩估计.</p>	<p>教师巡视指导. 同时提示 $D(X) = \lambda$, 能否用方差估计? 能, 会出现矩估计量不唯一. 实际问题中到底采用哪一个?</p>	<p>随机请学生上黑板做题.</p>	<p>会熟练计算常见矩估计, 且矩估计具有不唯一性, 引出后面所要学到的估计优良性的标准来判断.</p>	<p>10m</p>
<p>实战训练问题</p>	<p>实际问题: “某工厂生产的零件长度服从 $X \sim U(a, b)$, 随机抽取 10 个零件, 长度为: 10, 12, 15, 13, 11, 14, 16, 18, 17, 19. 用矩估</p>	<p>小组任务: 确定参数个数 $k=2$, 推导总体一阶、二阶原点矩 (含 a, b);</p> <p>2. 计算样本一阶、二阶</p>	<p>小组讨论, 鼓励小组派代表上台板书, 全班讨论纠错</p>	<p>分组完成“多参数矩方程求解”任务, 强调“建模—推导—验证”的完整流程,</p>	<p>15m</p>

转化与应用	计法求 a, b 的估计值.	原点矩; 建立方程组并求解 (教师提供分步提示, 鼓励学生上台板书, 全班讨论纠错)		培养团队协作与逻辑表达能力.	
课堂小结	<p>课件ppt展示: 1.矩估计的核心思想: 用样本矩直接替代总体矩</p> <p>2.矩估计的计算步骤</p> <p>3.不论总体服从什么分布, 期望的矩估计是总体一阶矩, 方差的矩估计是样本二阶中心距.</p>	<p>学生自评完, 老师总结矩估计的优点: 矩估计法的优点是简单易行, 并不需要事先知道总体是什么分布. 缺点是, 要求总体的总体矩存在, 当总体类型已知时, 没有充分利用分布提供的信息. 其次, 一般场合下, 矩估计量不具有唯一性.</p>	<p>学生自评:</p> <p>1.“通过本节课, 你是否能独立完成: 解释矩估计为什么用样本矩替代总体矩.</p> <p>2.写出单参数分布的矩估计步骤</p> <p>3.求解正态分布的矩估计量” (快速举手反馈, 针对性答疑).</p>	<p>让学生在掌握具体方法的基础上, 理解统计推断的核心逻辑, 为后续学习更复杂的统计方法 (如假设检验、回归分析) 奠定思维基础, 同时培养用数据说话、以模型解决问题的能力.</p>	5m
课后					
1	作业布置	学习通发布课后作业	完成相关习题, 巩固课堂所学知识		
2	在线资源	提供额外的学习材料, 供学生学习	阅读相关材料, 结合自己专业背景, 设计一个涉及参数估计的案例.		
质量评价与持续改进					

1	形成性评价	<p>1.课堂表现</p> <p>2. 即时检测</p> <p>3.学习日志.</p>	<p>小组讨论参与度、问题回答准确性。完成泊松分布、均匀分布（双参数）的矩估计推导。撰写矩估计步骤总结及困惑点.</p>	<p>掌握学生对本节内容的学习程度，强化逻辑梳理.</p>	
2	终结性评价	<p>课后统计作业正确率，针对错误集中点（如多参数方程联立、矩类型选择）设计补充练习.</p>		<p>结合学生课堂反馈，调整下一次课的案例复杂度，确保“学—教—评”闭环.</p>	
3	持续改进	<p>1.反向设计迭代: 根据学生作业中“多参数方程求解错误”的共性问题</p> <p>2.成果导向优化: 若发现学生难以将实际问题转化为矩估计模型，后续可增加“数据收集→分布假设→矩方程建立”的完整案例演示.</p>		<p>通过持续改进，能依据评价结果及时发现学生在学习过程中的问题与不足，调整教学策略和方法为学生提供更具有针对性的学习支持，以确保学生更好地掌握知识和技能，实现预期的学习成果.</p>	

全概率公式与贝叶斯公式的教学设计

工程数学教研室 张银

一、教学目标

知识目标：

1. 理解全概率公式与贝叶斯公式的定义、推导过程及其逻辑关系。
2. 掌握两类公式的应用场景，能够解决实际概率问题。
3. 了解贝叶斯公式在人工智能、大数据分析中的重要性。

能力目标：

1. 通过案例分析，培养学生从实际问题抽象出概率模型的能力。
2. 通过小组合作探究，增强逻辑推理与问题解决能力。

情感与思政目标：

1. 培养学生严谨的概率思维和数据决策意识。
2. 强调数据隐私与伦理道德。

二、教学重点与难点

重点：全概率公式与贝叶斯公式的推导及应用。

难点：贝叶斯公式的逆向概率思想及其实际应用。

三、教学对象

理工科专业本科大二学生。

四、教学方法

以学生为中心的教学理念：采用问题驱动、案例分析、讲授法、学生合作、信息技术融合等教学方法，引导学生主动参与学习过程。

1. 问题驱动：通过实际案例（如疾病检测）导入知识点。
2. 信息技术融合：利用 Excel 演示概率计算过程，增强直观性。
3. 合作学习：小组讨论、汇报展示。

五、教学过程设计

阶段	环节	教学内容	活动		目的	时间分配
			教师	学生		
课前 (3h)						
课前	制作预习资料包	<p>1.案例视频：贝叶斯公式在新冠疫情检测中的应用。</p> <p>2.阅读材料：全概率公式与贝叶斯公式的数学推导。</p> <p>3.预习问题： 问题 1：假设某疾病发病率为 1%，检测准确率为 99%。若检测结果为阳性，实际患病的概率是多少？ 问题 2：举例说明全概率公式与贝叶斯公式在生活中的应用。</p> <p>4.分组任务：每组收集一个实际案例（如天气预报、产品质检），分析其中隐含的全概率与贝叶斯思想。</p>	<p>1.学习通发布线上学习任务单；</p> <p>2.批改预习作业，整合学生预习作业中的错误；</p> <p>3.针对学生预习过程中的困难反馈及时调整授课节奏。</p>	<p>1. 领取任务；</p> <p>2. 自主学习；</p> <p>3. 完成预习问题，提交初步解答。</p> <p>4. 小组合作制作案例 PPT，准备课中分享；</p> <p>5. 自学反馈。</p>	<p>1.案例视频：解决学生“学这有什么用”的疑问，为理论推导提供具体情境锚点。</p> <p>2.阅读材料：培养理工科学生的抽象思维能力，课堂可跳过机械推导，聚焦公式思想本质。</p> <p>3.预习问题（经典疾病题）：引发课堂讨论的“爆点”，使学生主动寻求解决方案，强化对贝叶斯逆向概率的需求。</p> <p>4.分组任务：培养数据思维敏感度，案例为课堂提供多样化分析素材，增强学生参与感，使学生从“被动接受”转向主动建构，深化对公式适用边界的理解。</p>	2 小时，提前 2 天发布

课上 (90min)						
课中	课程导入	案例引入：播放“疾病检测”视频，提问：“为何检测准确率高，但阳性结果的实际患病概率可能很低？”	随机抽取2-3个小组分享问题1的解答。	各小组代表分享问题的解答，其他学生聆听并相互学习。	暴露认知冲突，引出贝叶斯公式的重要性	10min
	知识点讲解	<p>1.样本空间的划分：设 S 为试验 E 的样本空间，B_1, B_2, \dots, B_n 为 E 的一组事件，若</p> <p>(1) $B_i B_j = \emptyset, i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, n$;</p> <p>(2) $B_1 \cup B_2 \cup \dots \cup B_n = S$,</p> <p>则称 B_1, B_2, \dots, B_n 为样本空间 S 的一个划分，或完备事件组。</p> <p>2. 全概率公式</p> <p>定理：设试验 E 的样本空间为 S，A 为 E 的事件，B_1, B_2, \dots, B_n 为样本空间 S 的一个划分，且 $P(B_i) > 0, (i=1, 2, \dots, n)$，则</p> $P(A) = \sum_{i=1}^n P(A B_i)P(B_i)。$	<p>结合韦恩图展示样本空间的划分。</p> <p>并抛出以下问题： 溯源：事件 A 有哪些成因路径？</p> <p>2. 析构：每条路径的概率权重？</p> <p>3. 计算：路径贡献值 $P(A B_i)P(B_i)$。</p> <p>4. 整合：结合韦恩图展示全概率公式，求和得总概率。</p>	结合自己预习过程中的问题，聆听、思考、理解、熟记	<p>1. 理解互斥完备性的功能意义，用符号语言明确限定公式适用边界，避免学生滥用公式。</p> <p>2. 帮助学生理解全概率公式的本质，进而将全概率公式转化为解决实际问题的工具，培养学生的概率建模思维。</p>	10min
	例题讲解	全概率公式的应用题 设某人有三个不同的电子邮件账户，有 70% 的邮件进入账户 1，另有 20% 的邮件进入账户 2，其余 10% 的邮件进入账户 3。根据以往经验，三个账户垃圾邮件的比例分别为 1%，2%，5%，问某天随机收到的一封邮件为垃圾邮件的概率。	<p>1. 绘制韦恩图图分解事件（垃圾邮件→账户 1、账户 2、账户 3）。</p> <p>2. 板书：设 A_1、A_2、A_3 分别表示邮件来自账户 1、2、3，B 表示邮件为垃圾邮件</p> $P(B) = P(A_1)P(B A_1) + P(A_2)P(B A_2) + P(A_3)P(B A_3)$ <p>3. 代入数值计算： $0.7 \times 1\% + 0.2 \times 2\% + 0.1 \times 5\% = 0.016$。</p>	聆听、思考、回答问题	帮助学生完成知识巩固和内化吸收，加深对全概率公式的理解。	5min
	课堂	课堂练习： 设甲、乙、丙三个厂生	1. 学习通发布课堂练习（设置为生生互评）；	完成课堂	帮助巩固所学知识，完	5min

互动	<p>产同一种产品,其产量分别占总数的25%,35%,40%,次品率分别为5%,4%,2%,从这批产品中任取一件,求它是次品的概率</p>	<p>2. 答题结束后,教师进行点评和讲解。</p>	<p>练习并且学生之间互评</p>	<p>成知识到能力的转化过程,检验学生学习效果</p>	
知识点讲解	<p>贝叶斯公式 定理: 设试验 E 的样本空间为 S, A 为 E 的事件, B_1, B_2, \dots, B_n 为样本空间 S 的一个划分, 且</p> $P(A) > 0,$ $P(B_i) > 0 (i=1,2,\dots,n),$ <p>则</p> $P(B_i A) = \frac{P(A B_i)P(B_i)}{\sum_{j=1}^n P(A B_j)P(B_j)},$ <p>$i=1,2,\dots,n.$</p>	<p>以完备事件组为切入点, 结合韦恩图拆解公式本质:</p> <p>1. 定框架: “当看到结果 A 时, 它可能是哪些原因 (B_1, B_2, \dots) 导致的?” 强调完备原因集。</p> <p>2. 算路径贡献: “每个原因自身有多常见? ($P(B_i)$) 该原因导致结果的可能性? ($P(A B_i)$)”</p> <p>3. 归一化处理: “每条路径的贡献在总证据中占多少比例?” 分母实质为全概率公式 $P(A)$。</p> <p>4. 得后验概率。</p>	<p>结合自己预习过程中的问题, 聆听、思考、理解、熟记</p>	<p>帮助学生理解贝叶斯公式的本质, 解决学生“不知公式有何用的”困惑, 达到从被动接受公式到主动理解逻辑的目的</p>	15min
例题讲解	<p>贝叶斯公式的应用题 (医学模型——稀有病症的诊断率问题) 甲胎蛋白(AFP)免疫检测法被普遍用于肝病的早期诊断和普查. 已知肝病患者经 AFP 检测呈阳性的概率为 95%, 而非肝病患者经 AFP 检测呈阳性 (误诊) 的概率为 2%. 设人群中肝病的发病率为 0.04%, 现有一人经 AFP 检测呈阳性, 求此人确实患肝病的概</p>	<p>1. 绘制韦恩图图分解事件 (患肝病 \rightarrow AFP 检测呈阳性、AFP 检测呈阴性)。</p> <p>2. 板书: 设 A 表示患肝病, B 表示 AFP 检测呈阳性。</p> $P(A B) = \frac{P(A)P(B A)}{P(A)P(B A) + P(\bar{A})P(B \bar{A})}$ $= \frac{0.0004 \times 0.95}{0.0004 \times 0.95 + 0.9996 \times 0.02}$ $\approx 0.0187.$ <p>释结果: 经 AFP 检测呈阳性的人, 真患有肝病的人不到 2%. 可见, 对于稀有病症, 一次检测的结果不必过于担心。</p>	<p>聆听、思考、回答问题</p>	<p>讲解医学模型激发学生的学习兴趣, 并帮助学生完成知识巩固和内化吸收, 加深对贝叶斯的理解。</p>	10min

	率。				
课堂互动	<p>课堂练习： 某机器由 A,B,C 3 类原件构成，它们所占的比例分别为 0.1,0.4,0.5,且它们发生故障的概率分别为 0.7,0.1,0.2.现机器发生了故障，问：应从哪类原件开始检查？</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 学习通发布课堂练习（设置为生生互评）； 2. 答题结束后，教师进行点评和讲解。 	完成课堂练习并且学生之间互评。	设置机械故障的练习题训练学生解决问题的思维，并帮助学生巩固所学知识，完成知识到能力的转化过程，检验学生学习效果。	10min
工具演示	<p>Excel 操作： 天气预报降雨概率计算（晴天、多云、雨天占比分别为 60%、30%、10%，对应降雨概率 5%、20%、90%）</p>	<p>在 Excel 操作步骤： 1.在 D 列添加原因事件 B1,B2,B3, 输入事件概率与条件概率至表格。 2.计算每个原因的分子：$P(A B_i)P(B_i)$ 3.全概率：$=SUM(D2:D4)$ 4.后验概率：$=D2/SUM(\$D\$2:\$D\$4)$→下拉填充计算后验概率（如“雨天导致降雨”的概率）。</p>	跟着教师的演示进行练习	利用 Excel 演示概率计算过程，增强直观性	10min
分组探究	<p>案例建模与求解 分组要求：每组从课前收集的案例中选择 1 个，完成以下步骤： 1. 划分完备事件组。 2. 列出先验概率与条件概率表格。 3. 用全概率公式计算目标事件概率，再用贝叶斯公式求解逆向概率。</p>	巡视时重点检查事件组是否完备，针对常见错误（如混淆 $P(A B)$ 与 $P(B A)$ ）进行小组内提示。	1 人负责数据整理，1 人计算全概率，1 人计算贝叶斯概率，	通过做中学实现： 1.将公式从“记忆对象”变为“思维工具” 2.在协作冲突中内化“概率更新”的贝叶斯哲学	10min

				1人准备汇报。	3.让学生亲身体会“构建有用模型”的过程。	
	总结与拓展	知识梳理： 贝叶斯公式什么条件下用？ 全概率公式什么时候用？	对比两类公式的逻辑差异，强调贝叶斯的“概率更新”思想。	聆听、思考、回答问题	梳理零散知识点，建立逻辑框架。提炼核心思想（如贝叶斯的“概率更新”本质），帮助学生抓住本质规律。	3min
	布置课后作业	1. 复习本节知识 2. 完成学习通作业1.4 3. 简述贝叶斯网络在人工智能中的应用（如推荐系统、自动驾驶） 4.完成下节线上学习任务	布置课后阶段学习任务	知识点复习，完成课程作业，完成下节线上学习任务	1.完成课程知识的巩固与内化； 2.通过课外自主学习完成知识深度与广度的拓展提升。	2min
课后（2h）						
课后	完成课后作业	1. 复习本节知识 2. 完成学习通作业1.4 3. 简述贝叶斯网络在人工智能中的应用（如推荐系统、自动驾驶） 4.完成下节线上学习任务	学习通发布课后任务单及课后任务	1.按照课后任务单完成线上线下任务； 2.通过学习通提交作业。	通过作业及拓展题目巩固所学知识，检验学习成果，在此基础上完成思维拓展提升。	2h
质量评价与持续改进						
质量评价与	质量评价	1. 过程性评价 2. 结果性评价	1. 通过课堂提问、课堂练习、学生合作等方式，评价学生的学习参与度、对知识点的理解程度及应用能力；		及时了解学生对本讲知识的掌握程度，一遍后面的教学中	

持续改进			2. 通过课后作业、拓展题目,评价学生对全概率公式和贝叶斯公式的掌握程度。		查漏补缺,为持续性教学改进做好铺垫。	
持续改进		1. 反馈与调整 2. 成果导向反思	1.通过学生作业和拓展题目分析薄弱环节,适当调整教学内容和方法; 2.对照预设学习成果,评估学生的实际达成情况,优化后续教学设计。		针对现有教学设计和教学实施过程中存在的不足进行反思和整改,优化课堂效果和教学效果。	

连续型随机变量及其分布的教学设计

工程数学教研室 张慧森

一、教学目标

知识目标：

1. 掌握连续型随机变量的概念及其与离散型随机变量的区别。
2. 理解连续型随机变量的概率密度函数、分布函数及其相互关系。
3. 熟悉几种常见的连续型分布（如均匀分布、正态分布、指数分布）的概率密度函数、分布函数及主要性质。

能力目标：

1. 培养学生运用数学工具分析解决实际问题的能力，特别是将理论知识应用于工程、物理、经济等领域的复杂问题。
2. 提升学生的数据分析和逻辑推理能力，能够在不确定情境下做出合理决策。
3. 引导学生运用连续型随机变量的知识探索事物发展的规律性。

情感目标：

1. 激发学生对概率论与数理统计的兴趣。
2. 引导学生认识到事物发展的规律性。
3. 培养学生的社会责任感和职业道德，强调数据真实性和统计分析的客观性。

二、教学重难点

重点：连续型随机变量的定义、概率密度函数与分布函数的关系、常见连续型分布（均匀分布、正态分布、指数分布）的性质及应用。

难点：理解概率密度函数与概率之间的关系，掌握如何根据实际问题选择合适的连续型分布模型，以及运用这些分布进行复杂概率计算。

三、教学对象

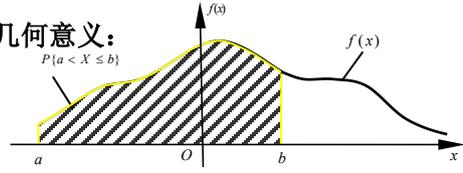
理工科专业本科大二学生

四、教学方法

讲授法、案例驱动法、小组讨论，探究式学习等。

五、教学过程

环节	教学内容	活动		目的	时间分配
		教师	学生		
课前					
1	发布预习任务	提供预习PPT和阅读材料，介绍连续型随机变量的基本概念和几种常见分布	<ol style="list-style-type: none"> 1.复习离散型随机变量的相关内容； 2.预习连续型随机变量的定义和性质； 3.思考连续型随机变量与离散型随机变量的区别。 	建立知识联系，培养自主学习能力	30分钟
2	小组讨论	将学生分为小组，每组选择一个实际案例（如公交车到站时间、电子元件的寿命、环境污染监测数据、股票价格变动、抽奖系统等）	分组讨论预习内容，每组选择一个实际案例，探讨其可能服从的连续型分布，并准备在课上分享	促进互动与合作	30分钟
课上					
1	案例引入	<p>以“城市公交车到站时间”为例，假设某公交车每10分钟一班，乘客到达站台的时间 X 是区间$[0,10]$上的随机变量，分析其分布规律.</p> <p>提问学生“如何描述 X 的概率分布”，对比离散型随机变量与连续型变量的区别.</p>	分组讨论案例中 X 的特点，尝试绘制概率分布图.	激发兴趣，引出连续型随机变量的必要性	7分钟

2	<p>概率密度函数的概念与几何意义</p>	<p>讲解连续型随机变量的定义，并由此引入概率密度函数，结合几何图形直观解释概率的几何意义</p> <p>定义： 设随机变量 X 的分布函数为 $F(x)$，若存在 非负可积函数 $f(x) \geq 0$，使得对于任意实数 x，都有</p> $F(x) = P\{X \leq x\} = \int_{-\infty}^x f(x)dx$ <p>则称 X 为连续型随机变量，函数 $f(x)$ 称为 X 的概率密度函数。记为 $f(x)$ 或 $f_X(x)$。</p> <p>几何意义：</p>  $P\{a < X < b\} = \int_a^b f(x)dx$	<p>学生分组讨论分布函数与概率密度函数的关系。</p> $F(x)' = f(x)$	<p>建立理论框架</p>	<p>10分钟</p>
3	<p>概率密度函数的性质</p>	<p>利用板书结合PPT讲解性质1和性质2，并强调性质2常被用于求概率密度函数中的未知参数，性质1,2是判定一个函数 $f(x)$ 是否为某随机变量 X 的概率密度函数的充要条件。</p> <p>性质 1. 非负性： $f(x) \geq 0, \quad (-\infty < x < +\infty)$</p> <p>性质2. 规范性 $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx=1.$</p>	<p>选择小组派学生代表板书计算连续型随机变量单点的概率，并由此引出性质3,4,5.</p> <p>性质3. 连续型随机变量在任一点 a 处的概率为0，即</p> $P\{X = a\} = 0$ <p>性质4. 由上可知概率为0的事件不一定是不可可能事件，概率为1的事件也不一定为必然事件.</p> <p>性质5. 连续型随机变量在区间：$(a,b), (a,b], [a,b), [a,b]$ 的概率相等.</p>	<p>构建知识体系，促进自主学习</p>	<p>15分钟</p>

4	例题讲解	<p>基于学生解题步骤中的具体表现进行点评并补充,通过对比正确解法与错误步骤,加深学生对知识点的理解,引导学生反思,在点评中建立知识点间的联系.</p>	<p>选择小组派学生代表求解例题</p> <p>【例】 设 X 是连续型随机变量,其概率密度函数为</p> $f(x) = \begin{cases} c(4x-2x^2), & 0 < x < 2 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$ <p>求: (1) 常数 c; (2) X 的分布函数; (3) $P\{X > 1\}$.</p>	强化知识点	10分钟
5	常见的连续型分布	<p>详细介绍均匀分布、正态分布、指数分布的概率密度函数、分布函数及其性质.</p> <p>1. 均匀分布 若连续型随机变量 X 的概率密度为</p> $f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & a < x < b \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$ <p>则称 X 在区间 (a, b) 上服从均匀分布,记为 $X \sim U(a, b)$.</p> <p>注: 若 $X \sim U(a, b)$, 则 X 落在区间 (a, b) 内任意子区间 (c, d) 的概率</p> $P\{c < X < d\} = \int_c^d \frac{1}{b-a} dx = \frac{d-c}{b-a}$ <p>2. 指数分布 若连续型随机变量 X 的概率密度为</p> $f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases} \quad (\lambda > 0)$ <p>则称 X 服从参数为 λ 的指数分布,记为 $X \sim E(\lambda)$.</p> <p>3. 正态分布</p> <p>(1) 正态分布 $X \sim N(\mu, \sigma^2)$. (2) 标准正态分布 令 $\mu = 0, \sigma = 1$. $X \sim N(0, 1)$ (3) 概率密度函数记作 $\varphi(x)$. (4) 分布函数记为 $\Phi(x) = P\{X \leq x\}$.</p> <p>性质: $\Phi(-x) = 1 - \Phi(x)$, $\Phi(0) = P\{X \leq 0\} = \frac{1}{2}$ $\Phi(-\infty) = 0, \Phi(+\infty) = 1$</p> <p>标准化定理: 若 $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, 则</p> $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \sim N(0, 1)$	<p>尝试绘制常见分布的概率密度函数与分布函数图像</p>	构建知识体系,促进自主学习	15分钟

6	案例分析	教师点评,引导学生利用连续分布解决实际问题; 思政点:事物发展具有规律性,强调遵循客观规律性是科学决策的基础.	小组内讨论交流,每组推选一名代表展示预习中的案例分析	促进合作,引入思政元素	15分钟
7	互动环节	1. 回答学生提问 2. 设计判断题,引导学生讨论。例如“若 $f(1) = 0.5$, 则 $P\{X = 1\} = 0.5$ ” 结论: 概率密度函数在某点的值不直接表示概率。	1. 自由提问 2. 通过投票器及时反馈并展开讨论	解决学生疑惑	10分钟
8	课堂小结	归纳知识点,提问学生回答。小结内容: ①连续型随机变量计算概率的方法;②规范性③均匀分布及其概率密度函数; ④指数分布及其概率密度函数⑤正态分布及其概率密度函数;⑥正态分布标准化。	归纳知识点,完善课堂笔记。	知识整合,巩固学习效果	8分钟
课后					
1	作业布置	学习通发布课后作业	完成相关习题,巩固课堂所学知识		
2	在线资源	提供额外的学习材料,供学生学习	阅读相关材料,结合专业背景,设计一个涉及连续型随机变量的案例		
质量评价与持续改进					
1	形成性	通过观察学生在课堂讨论、小组活动中的参与度、表现以及作业完成情况,评价学生对知识点的掌握程度和应用能			

	评价	力。			
2	终结性评价	依据项目作业的质量，评估学生综合运用所学知识解决实际问题的能力。			
3	持续改进	<p>1. 收集学生对课程内容、教学方法的反馈，分析学生在作业的表现，了解学生。</p> <p>2. 根据反馈结果，调整教学内容的深度与广度，优化教学方法，如增加更多实践案例、引入更多互动环节，以进一步提升教学效果。</p>			

复变函数与积分变化

复数的运算的教学设计

工程数学教研室 纳仁花

一、教学目标 (Learning Outcomes)

1. **知识目标:** 能准确运用代数、三角形式、指数形式完成复数加减乘除、幂运算、方根及共轭运算。理解复数运算的几何意义 (如向量旋转、缩放、对称变换)。

2. **能力目标:** 能将复数运算应用于工程建模、信号处理等实际问题。通过小组协作解决复杂运算问题, 培养数学建模能力。

3. **素养目标:** 体会数系扩充的数学思想, 培养逻辑推理与跨学科融合意识。

三、课前准备

表1 课前任务单

序号	任务板块	具体任务内容	预计时间	任务要求
1	知识回顾	1. 用代数形式完成简单复数加减运算: $(2+3i)+(1-5i)$ 、 $(2+3i)-(1-5i)$, 写出运算步骤。 2. 已知向量 $a_1=(2,3), a_2=(1,-5)$, 计算 a_1+a_2, a_1-a_2 , 并画出图像。 3. 用代数形式完成简单复数乘除法和幂运算: $(1+\sqrt{3}i)(-\sqrt{3}-i), \frac{2+i}{1-2i}, (1+\sqrt{3}i)^3$, 写出运算步骤。	15 m	1. 独立完成计算, 用笔记本记录运算过程。 2. 对比向量加减与复数代数加减的相似性。 3. 回顾复数的代数表示下的乘除和幂运算。
2	资料查阅	1. 查找至少一位对复数运算体系建立有贡献的数学家 (如棣莫弗、欧拉), 简述其在复数乘除运算或指数形式上的成就。 2. 阅读教材或学习通中“复数运算在交流电相位差计算”的案例, 理解相量法中复数乘法如何表示相位旋转。	20 m	1. 整理数学家成就时, 标注关键公式 (如棣莫弗公式 $(\cos\theta+isin\theta)^n=\cos n\theta+isin n\theta$)。 2. 用自己的语言描述相量法的基本原理。
3	预习教材	三角与指数形式运算: 1 预习乘除运算及几何意义: (模相	35 m	2. 绘制复平面示意图时, 标注模长与辐角角度。

序号	任务板块	具体任务内容	预计时间	任务要求
		乘，辐角相加），画出 $z=2e^{i4\pi}$ 与 $w=3e^{i3\pi}$ 相乘后的向量示意图。		3. 记录不理解的问题（如指数形式幂运算的推导过程）。
4	问题思考	2. 预习共轭运算及其性质。 1. 已知 $i_1 = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t)(A)$, $i_2 = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t - 120^\circ)(A)$, 计算 $i_1 + i_2$. 2. 已知 $z = 1 + \sqrt{3}i$, 将其化为三角形形式后, 计算 z^3 , 观察模长与辐角的变化规律。	25 m	对于 z^3 的计算, 用复平面向量旋转解释几何意义
5	拓展应用	1. 查阅“复数运算在信号处理中的傅里叶变换”案例, 简述复数指数形式如何简化周期信号的分解与合成。 2. MATLAB 中复数运算的实现。	20m	选做

三、教学过程设计（90 分钟）

1. 案例引入 复数运算的现实意义（10 分钟）

引例 交流电路中阻抗、电流的计算

某交流电路中电压 $V = 120\angle 30^\circ V$, 负载阻抗 $Z = (50 + 100j)\Omega$, 求电流 I 的复数表达是及相位差。

其他应用案例简介：中国科大“九章”量子计算机利用复数运算实现光子量子态的高效操控，完成高斯玻色采样任务，速度比超级计算机快百万倍。华为 Massive MIMO 技术利用复数预编码算法，将频谱效率提升 3 倍以上，同时降低基站间干扰

2. 核心运算讲解与探究（60 分钟）

运算类型	教学内容	应用案例	教师和学生活动
加减法 (10m)	- 代数法则: 实/虚部分别相加减 - 几何意义: 向量叠加 (平行四边形法则)	计算并联交流电路总电流 已知 $i_1 = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t)(A)$, $i_2 = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t - 120^\circ)(A)$, 计算 $i_1 + i_2$.	教师活动: (1) 随机选学生回答课前清单中的 1.1 和 1.2, 随机选同学展示课前任务单的 4.1。 (2) 补充纠错, 引导学生体会复数加减法的重

运算类型	教学内容	应用案例	教师和学生活动
			<p>要性，总结出复数加减法的集合意义。</p> <p>学生活动：展示课前任务单成果，并根据成果尝试总结几何意义。</p>
乘法的 (20m)	<ul style="list-style-type: none"> - 代数形式：展开合并 z^2项和 i项 - 三角形式和指数形式：模长相乘、辐角相加 - 几何动画演示旋转缩放 	<p>在 5G/6G 的大规模 MIMO 系统中，复数矩阵运算用于计算波束赋形权重矩阵，通过调整每个天线的复数相位和幅度，实现信号在三维空间的精准聚焦，提问：“如何用复数运算描述信号相位旋转与振幅变化？”引导学生思考复数乘法与通信技术的关联。</p> <p>相位旋转：信号乘以 $e^{j\phi}$ (复指数形式) 等效于复平面上向量旋转角度。例如，5G 中的载波相位偏移可通过复数乘法实现。</p>	<p>教师活动： (1) 随机选学生展示课前任务单 1.3，教师补充纠错，让体会用代数法计算的复杂性。</p> <p>(2) 随机选学生展示课前任务单 3.1，根据所画图像引导学生大胆猜测复数乘法的集合规律。</p> <p>(3) 教师推导复数三角和指数形式下的乘法。</p> <p>学生活动： (1) 展示课前任务 1.3 和 3.1 成果，通过 3.1 所画图像，大胆猜测复数乘法集合意义。</p> <p>(2) 应用三角和指数表示的乘法计算课前任务单中的 1.3，体会其便捷。</p>
除法 (15m)	<ul style="list-style-type: none"> - 代数形式共轭消元法 - 三角形式和指数形式：模长相除、辐角相减 - 对比代数与三角形式的计算效率 	<p>案例：某交流电路中，电压 $V=120\angle 30^\circ\text{V}$，阻抗 $Z=50+j100\Omega$，电流 $I=V/Z$，通过复数除法计算电流。</p>	<p>教师活动： (1) 展示除法案例。</p> <p>(2) 根据复数乘法几何意义引导学生猜测复数除法的几何意义。</p> <p>(3) 推导复数三角和指数形式下的除法。</p> <p>学生活动： (1) 猜测复数除法的几何意义。</p>
幂与方根 (10m)	<ul style="list-style-type: none"> - 棣莫弗定理推导 n次方根的均匀分布特性 (复平面正多边形顶点) 		<p>教师活动： (1) 教师随机检查课前任务单 4.2 完成情况。</p> <p>(3) 根据复数乘法几何意义，和课前任务单中的 4.2 引导学生猜测推导复数幂运算的集合意义。</p> <p>(2) 推导复数三角和指</p>

运算类型	教学内容	应用案例	教师和学生活动
			数表示的幂运算 (3) 应用复数的数三角和指数表示的幂运算再次计算课前任务单中的4.2, 体会便捷。 (4) 教师教授推导复数的方根运算公式和几何意义, 讲课一个简单例题。 学生活动: (1) 展示前任务单4.2完成成果。 (2) 利用复数的数三角和指数表示的幂运算再次计算课前任务单中的4.2。
共轭运算 (5m)	- 几何意义: 实轴对称 - 性质: $z \cdot \bar{z} = z ^2$		教师活动: 通过图形展示共轭复数的性质。

3. 综合应用与评估 (15 分钟)

小组任务: 并联电路中, 已知电压负载阻抗 $Z_1 = (50 + 100j)\Omega$, 干扰源等效阻抗负载阻抗 $Z_2 = (30 - 60j)\Omega$, 求总阻抗负载阻抗 $Z_{\text{总}}$ 。

综合运用乘除法、共轭运算解决工程问题。分组讨论该问题, 以小组为单位展示计算结果, 教师补充纠错。

4. 总结与反思 (5 分钟)

知识图谱构建: 学生用思维导图总结复数四则运算规则和几何意义。

自我评估: 填写量表 (如: 能否独立解决交流电路复数计算问题?, 还未掌握知识点)。

三、差异化教学策略

基础组: 基础作业, 应用复数运算的公式进行简单计算。

进阶组: 思考应用题

某 OFDM 系统包含两路子载波信号, 复数表达式分别为 $z_1 = 2e^{j4}$, $z_2 = 3e^{j6}$, 求合成后的时域信号表达式, 并计算其模长。

四、评价体系

1. **过程性评价:** 小组任务完成度、课堂问答练习 (占比 40%)。

2. **总结性评价:** 章节测试 (占比 60%)。

傅里叶变换的性质（I）—线性性、相似性、位移性

工程数学教研室 汪海霞

一、课程基本信息

1. 课程名称：复变函数与积分变换
2. 教学内容：傅里叶变换的线性性质、相似性、位移性
3. 学时安排：2 学时（90 分钟）

二、教学目标

1. 知识目标：掌握傅里叶变换线性性质、相似性、位移性的公式；掌握各性质在音频处理、图像缩放、雷达定位等场景中的应用逻辑。
2. 能力目标：能够运用傅里叶变换性质分析和解决信号处理实际问题；通过小组协作完成案例分析与讨论，提升团队合作和沟通能力。
3. 素养目标：培养工程思维与科学探究精神，体会理论知识与实际应用的联系。

三、课前准备

（一）学生任务

1. 复习上节课所学内容：常见单位脉冲函数的傅里叶变换对，傅里叶变换的定义，傅里叶逆变换的定义。
2. 上节课所预留思考题：对于一些已知函数线性运算所组成的复杂函数的傅里叶变换怎么求解？
3. 带着问题自主学习线性性质的学习资料，包括课件、应用案例的视频（老师录制相应音频分离的视频讲解）。
4. 完成相应线性性质的基础例题（3 道关于线性性质的简单应用），基础例题完成后以随堂练习的形式提前发布，时间截止后老师发布详细解析，学生自学理解掌握。
5. 根据应用案例视频，分组（每组 6 人，共 8 组）完成线性性质对应的拓展案例，准备课堂讲解。

案例 1 在语音信号处理中，语音信号 $s(t)$ 包含，清音部分 $s_1(t)$ 和浊音部分 $s_2(t)$ ，即 $s(t)=s_1(t)+s_2(t)$ 。已知 $s_1(t)$ 的频谱主要集中在高频段， $s_2(t)$ 的频谱主要集中在低

频段。若 $S_1(\omega)$ 是 $s_1(t)$ 的傅里叶变换， $S_2(\omega)$ 是 $s_2(t)$ 的傅里叶变换，现在要设计一个滤波器分离 $s_1(t)$ 和 $s_2(t)$ ，请简述基于线性性质的分离思路。

案例 2 在电力系统中，电流信号 $i(t)$ 由基波电流 $i_1(t)$ 和三次谐波电流 $i_3(t)$ 组成，即 $i(t)=i_1(t)+i_3(t)$ 。已知 $i_1(t)=I_1\cos(\omega_0 t)$ ， $i_3(t)=I_3\cos(3\omega_0 t)$ ， I_1 和 I_3 为常数。求 $i(t)$ 的傅里叶变换 $I(\omega)$ ，并说明如何通过傅里叶变换的线性性质检测三次谐波的存在。

6. 预习测试：通过在线平台（如超星学习通）发布预习测试题，内容包括线性性质基础公式和简单应用，帮助教师了解学生预习情况。

（二）教师准备

1. 教学资源：制作线性性、相似性、位移性的教学 PPT，准备音频、图像、雷达信号处理的案例素材，录制应用案例相对应视频。

2. 板书设计：提前书写傅里叶变换核心公式及案例分析框架，预留学生讲解和讨论区域。

3. 分组任务单：设计小组讨论任务单，明确各环节要求与时间节点。

四、课中教学环节设计

（一）课程导入（5 分钟）

情境引入：播放混剪视频——嘈杂校园广播、5G 基站信号传输、雷达追踪飞机，提出核心问题：“如何从干扰信号中提取有用信息？”“信号在传输中如何实现高效调制与精准定位？”引导学生思考傅里叶变换性质的应用价值。

（二）学生讲解：线性性质（20 分钟）

案例一：音频降噪，通过傅里叶变换利用线性性质，将时域的含噪信号转换到频域，便于观察不同频率成分，为后续设计滤波器分离信号与噪声提供依据。

小组展示：选派代表（2-3 个）讲解线性性质的应用案例，结合板书演示计算步骤。以之前提到的混合音频为例，学生需讲解如何利用线性性质，通过傅里叶变换将混合音频的频谱分解为各个声音信号的频谱，以及如何通过设置合适的滤波器，提取出每个声音信号。所有小组课后提交应用案例的详细求解过程，老师综合评分。

教师点评：总结各小组讲解亮点，补充遗漏知识点，强调线性性质在复杂信

号分解中的核心作用，解答学生疑问。

（三）相似性质（20 分钟）

1. 老师通过多媒体与板书讲解公式、例题，讲解一个应用案例。

案例二：5G 信号调制，5G 通信中需要将基带信号调制到高频段进行传输，利用傅里叶变换的相似性可以实现频谱搬移。

具体例子:假设基带信号 $m(t)$ 是一个简单的余弦信号 $m(t) = A\cos(2\pi f_m t)$ ，其中 $A=1$ ， $f_m=10\text{kHz}$ 。要将其频谱搬移到 2GHz 频段，设载波信号 $c(t) = B\cos(2\pi f_c t)$ ， $B=1$ ， $f_c=2\text{kHz}$ 。

2. 学生自主完成对应课堂练习题，以随堂练习的形式提交，老师点评。

（四）位移性质（30 分钟）

1. 老师讲解：给出位移性质的公式，结合雷达定位动画，解释时域延迟与频域相位变化的关系。

2. 基础例题：老师讲解一道例题，给三道基础位移性质的例题，学生分组（按照座位一排为一组）做题，做完后每组选代表上黑板讲解做题步骤，同组其他同学上传学习通随堂练习并点评，老师综合给分。

3. 应用案例讲解。

案例三：雷达定位，雷达通过发射信号并接收回波来确定目标的距离，利用傅里叶变换的位移性可以分析回波信号的延迟与目标距离的关系。

在雷达探测系统中，雷达发射信号 $x(t) = \cos(2\pi f_0 t)$ ($f_0 = 10\text{GHz}$)，遇至目标后反射回来的回波信号为 $y(t) = x(t - \tau)$ ，其中 $\tau = 0.00001\text{s}$ 。求回波信号 $y(t)$ 的傅里叶变换 $Y(\omega)$ ，并根据傅里叶变换结果计算目标与雷达的距离。

五、总结与拓展（15 分钟）

（一）知识总结：师生共同梳理三种性质的核心公式、应用案例及公式联系，通过板书思维导图强化记忆。

（二）拓展思考：提出开放性问题：“若信号同时存在时移、缩放和叠加，如何利用傅里叶变换性质处理？”

任务布置：发放综合应用任务单，要求小组结合三种性质求解。

任务背景

设计一个智能环境监测系统，需完成以下功能：

1. 采集含噪声声音，利用傅里叶变换的线性性质分离有效信号；
2. 通过相似性性质将处理后的信号调制到指定频段传输；
3. 根据位移性性质计算信号传输延迟与设备距离。

具体例子设定

- **信号采集：**采集到的含噪信号 $x(t)$ 由工业机械噪声 $n(t) = 2\sin(5000\pi t)$ 和环境监测语音指令 $s(t) = 3\cos(1000\pi t)$ 叠加而成，即 $x(t) = s(t) + n(t) = 3\cos(1000\pi t) + 2\sin(5000\pi t)$ 。
- **信号调制：**需将处理后的语音指令信号调制到 $500kHz$ 频段进行传输。
- **信号传输：**接收端检测到回波信号相对于发射信号延迟 $\tau = 0.001s$ 。

课程思政：结合雷达技术、图像处理等案例，强调信号处理技术在国防、民生领域的重要性，激发学生科研兴趣。

(三) 课堂测验 (10 分钟)

即时检测：通过在线平台发布选择题、简答题等，限时作答，系统自动统计正确率。

六、评价体系设计

(一) 过程性评价 (60%)

1. 自主学习：预习测试成绩 (10%)、线性性质小组讲解表现 (20%)。2. 课堂参与：小组讨论活跃度 (15%)。

3. 实践操作：综合案例完成质量 (15%)。

(二) 总结性评价 (40%)

1. 课堂测验：当堂测试成绩 (20%)。

2. 课后作业：布置综合应用题，考查性质综合运用能力 (20%)。

3. 反馈与改进：汇总学生评价数据，分析学习难点，调整后续教学内容与方法。

七、教学特色

(一) 学生主导：线性性质由学生自主学习与讲解，培养自主学习和表达能力。

(二) 案例驱动：结合音频、5G 通信、雷达多领域案例，强化理论与实践结合。

(三) OBE 闭环：以明确的学习成果为导向，通过“目标 - 实施 - 评价”闭环确保教学效果。

大学物理

开尔文电桥测量低值电阻的实验教学设计

物理教研室 王社军

课程名称	大学物理实验	授课时长	2 学时（90 分钟）
授课任务名称	开尔文电桥测量低值电阻		
教学设计理念	基于 OBE（成果导向教育 Outcome-Based Education）理念的开尔文电桥实验设计聚焦于学生的核心能力培养，强调实验目标与学习成果的关联性。以“以学生为中心”的教学理念为核心，根据学生的知识基础和能力水平进行分层教学。将实验教学分为基础层和提高层两个层级，实现因材施教。通过“目标分层-内容分层-评价分层”的递进式设计，确保所有学生都能在原有基础上获得提升。		
内容分析	本实验是电学实验中的一个重要项目，主要涉及开尔文电桥的电路结构、测量原理及测量方法。通过该实验深入理解四端引线法的物理意义，掌握开尔文电桥的测量原理和调节电桥平衡的方法，会进行简单的数据处理，能够分析实验误差来源并提出改进措施，培养学生的科学探究能力和实验技能。		
学情分析	<p>（一）基础层学生学情分析</p> <p>知识基础：已掌握大学物理的相关基本概念，但缺乏深入应用能力。</p> <p>能力水平：实验操作能力较弱，仪器使用不熟练，数据处理能力有待提高。</p> <p>学习态度：学习积极性较高，但缺乏自信心，需要更多的指导和鼓励。</p> <p>（二）提高层学生学情分析</p> <p>知识基础：对电路知识有一定了解，能够初步应用相关知识解决问题。</p> <p>能力水平：实验操作熟练，具备一定的数据分析和问题解决能力。</p> <p>学习态度：学习自主性强，对知识的拓展和应用有较高的兴趣，能够主动进行探索和创新。</p>		
教学目标	<p>（一）基础层教学目标</p> <p>知识目标：理解开尔文电桥的电路结构、工作原理及其与惠斯通电桥的异同，掌握利用四端引线法测量低电阻的理论依据（消除接触电阻和导线电阻的影响），熟悉开尔文电桥的平衡条件及调节电桥平衡的方法。</p> <p>能力目标：能够搭建开尔文电桥实验电路，正确操作仪器（如标准电阻、检流计等），能够通过调节电桥参数完成低电阻（如金属棒、导线等）的精确测量，掌握简单的数据处理方法，能够分析实验误差来源并提出改进措施。</p> <p>素养目标：培养严谨的科学态度（如数据记录、误差分析等）和科学思维（如通过现象归纳规律或误差分析）。提升解决复杂工程问题的能力（如优化测量方案）。增强团队协作与沟通能力（分组实验中的分工与讨论）。</p> <p>（二）提高层教学目标</p> <p>知识目标：深入理解开尔文电桥的电路结构、工作原理及其与惠</p>		

	<p>斯通电桥的异同，掌握四端引线法测量低电阻的理论依据（消除接触电阻和导线电阻的影响），熟悉开尔文电桥的平衡条件及调节电桥平衡的方法，设计实验测量某金属材料的电阻率，掌握实验误差分析方法。</p> <p>能力目标：能够独立搭建开尔文电桥的实验电路，正确操作仪器（如标准电阻、检流计等），能够通过调节电桥参数完成低电阻（如金属棒、导线等）的精确测量，进行详细的实验数据记录、计算电阻率及其百分误差，掌握简单的数据处理方法，能够分析实验误差来源，并提出改进措施。</p> <p>思政目标（基础层和提高层）：扩充相关科普知识，激发学生学习兴趣，培养学生分析解决问题和学以致用意识；培养严谨求实、勇于探索的科学态度，通过理论和实际相结合的教学，使学生体会理论对实践的指导意义，培养学生科学严谨、求真务实的学习与工作态度。</p>		
教学重难点	<p>教学重点：直流开尔文电桥测低值电阻的基本原理和调节电桥平衡的方法。</p> <p>教学难点：电路的连接和调节电桥平衡的方法，电桥倍率的选择。</p>		
教学方法与教学手段	<p>教学方法：讲授法、讨论法、演示法、练习法、自主学习法、实验探究法等。</p> <p>教学手段：传统教学手段（板书）、多媒体辅助教学、实物直观展示等。</p>		
教学资源	多媒体课件、动态图片资料、实验仪器设备等。		
新课导入	教学内容		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	<p>情境创设：背景知识介绍</p> <p>电机与变压器绕组电阻(毫欧级)测试：用于判断绕组是否存在短路、接触不良或材料缺陷。</p> <p>电力电缆与连接器测试：大电流传输场景（如电力系统、电动汽车）中，接触电阻直接影响效率和发热。可检测微小的电阻变化，确保连接可靠性。</p> <p>精密电阻器（如标准电阻，毫欧级）校准：</p> <p>半导体器件特性分析：测量功率半导体的导通电阻，芯片内部金属互连的电阻。</p> <p>导体（低电阻率材料）与半导体材料电阻率测量：</p> <p>超导材料研究：超导体在临界温度下的剩余电阻。</p> <p>电池内阻（尤其是锂离子电池）测试：</p> <p>焊接点质量（接触电阻）检测：排查虚焊或冷焊。</p>	观察动态图片并积极思考，尝试分析现象的物理原理。	<p>教学手段：动态素材展示，激发学生兴趣。</p> <p>设计意图：通过创设情境，介绍背景知识，提出引入测量微小电阻的必要性，通过问题驱动，引导和鼓励学生对未知勇于探索，培养学生的问题意识。</p>

	<p>问题引入：问题驱动</p> <p>回顾测量电阻的方法：万用表测，伏安法测，惠斯通电桥测。分析用万用表、伏安法和惠斯通电桥测电阻的缺陷，提出四端引线法和双臂电桥。为什么传统惠斯通电桥无法精确测量低电阻？如何消除导线电阻和接触电阻的影响？四端法的物理意义是什么？</p> <p>理论讲解：开尔文电桥是一种专门用于高精度测量低电阻的技术。其核心在于通过分离电流输入和电压测量的路径，消除引线电阻和接触电阻的影响，突出四端接法的优势。开尔文电桥的核心价值在于解决低电阻测量的精度瓶颈，可分辨微欧 ($\mu\Omega$) 级电阻变化，其应用贯穿工业、科研、电子、能源等多个领域，是保证高可靠性系统性能的关键技术之一。随着精密制造和微电子技术的发展，其重要性将进一步凸显。</p> <p>引导学生关注工程实际问题，了解自己的专业与实际工程的紧密联系。让学生认识到所学知识对于工程建设和科技发展的重要性，激发他们对专业学习的积极性和热爱，为未来从事相关工作奠定良好的基础，同时也培养他们对工程实际的兴趣和责任感，使他们树立正确的工程观念和职业意识。</p>		
讲授新课	教学内容		
	教师活动	学生活动、教学手段及设计意图	
	<p>1.实验目的</p> <p>(1) 理解四端引线法的意义；</p> <p>(2) 掌握双臂电桥的电路结构和测量原理和操作方法；</p> <p>(3) 掌握桥式电路的连接和调节电桥平衡的方法；</p> <p>(4) 掌握测量导体的电阻率的方法（提高层）；</p> <p>(5) 掌握千分尺的使用方法。</p> <p>2.实验仪器介绍</p> <p>DH6105 型组装式双臂电桥：电源，AZ19 检流计，四端电阻器，桥臂电阻，可变标准电阻，换向开关，</p>	<p>学生活动：</p> <p>1.跟随教师思路，参与讨论。</p> <p>2.跟随教师分析过程，理解四端引线法的意义，掌握开尔文电桥的结构、原理和调</p>	

	误数据，应让学生思考并重新测量。 7.整理实验仪器 要求学生对实验仪器进行检查并整理，填写实验记录登记簿，老师检查无误后方可离开。		
思考与分析	教学内容		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	思考与分析 1.开尔文电桥是怎样消除附加电阻的影响的？（基础层） 2.为什么要改变电流方向进行测量？（提高层）	小组探讨，分析回答给出的问题。	巩固所学知识，培养学生的发散思维和应用能力，为科技进步和社会发展做出贡献。
课后作业	撰写实验报告，包括实验原理、数据记录、误差分析、实验结论、思考题等。		
评价反馈			

电位差计的原理与使用的实验教学设计

物理教研室 张培增

课程名称	大学物理实验	授课时长	2 学时（90 分钟）
授课任务名称	电位差计的原理与使用		
教学设计理念	以“以学生为中心”的教学理念为核心，结合 OBE(Outcomes-Based Education) 理念，根据学生的知识基础和能力水平进行分层教学。将实验教学分为基础层和提高层两个层级，实现因材施教。通过“目标分层-内容分层-评价分层”的递进式设计，确保所有学生都能在原有基础上获得提升。		
内容分析	本实验是大学物理实验中电磁学模块中的一个重要项目，主要涉及电势精确测量的一种方法。通过补偿法测量待测电势大小，学生能够深入理解补偿法的测量原理和测量步骤，并且通过实验操作和数据分析，培养科学探究能力和实验技能。		
学情分析	<p>根据学生的学习情况，将学生分成基础层和提高层。</p> <p>（一）基础层学生</p> <p>知识基础：已掌握大学物理的基本概念，但缺乏深入应用能力。</p> <p>能力水平：实验操作能力较弱，仪器使用不够熟练，数据处理能力有待提高。</p> <p>学习态度：学习积极性较高，但缺乏自信心，需要更多的指导和鼓励。</p> <p>（二）提高层学生</p> <p>知识基础：对转动惯量有较好的理解，能够初步应用相关知识解决问题。</p> <p>能力水平：实验操作熟练，具备一定的数据分析和问题解决能力。</p> <p>学习态度：学习自主性强，对知识的拓展和应用有较高的兴趣，能够主动探索和创新。</p>		
教学目标	<p>（一）基础层教学目标</p> <p>知识目标：理解补偿法的基本原理，理解待测电势的计算方法，能正确计算测量结果的不确定度。</p> <p>能力目标：能够正确连接电路，能正确进行实验步骤，掌握简单的数据处理方法。</p>		

	<p>(二) 提高层教学目标</p> <p>知识目标: 深入理解补偿法的原理, 能测量待测电势内阻, 能对低电势进行有效测量。</p> <p>能力目标: 能够独立完成实验操作, 完成上述各测量内容并进行有效计算。</p> <p>思政目标(基础层和提高层): 培养严谨求实、勇于探索的科学态度, 包括详细的实验数据记录、精确的数据处理与误差分析等。</p>		
教学重难点	<p>重点: 补偿法测量电势的原理以及电路的连接。</p> <p>难点: 测量过程中能掌握迅速测量的技巧。</p>		
教学方法与教学手段	<p>教学方法: 讲授法与多媒体辅助教学, 直观展示帮助学生理解。</p> <p>互动式教学, 通过课堂互动, 激发学生的学习兴趣 and 主动性。</p> <p>实验探究法: 通过引导让学生自主探究, 培养学生解决问题的能力。</p> <p>教学手段: 传统教学工具(板书)与多媒体教学相结合。</p>		
教学资源	多媒体课件、动态图片资料、实验器材。		
新课导入	<p> 教学内容 通过生活实例引入转动惯量的概念。</p>		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	<p>情境创设:</p> <p>带领学生会议之前学过的测量电势的方法, 讨论优缺点, 引出补偿法测量电势的优点。引导学生关注工程实际问题, 了解自己的专业与实际工程的紧密联系。让学生认识到所学知识对于工程建设和科技发展的重要性, 激发他们对专业学习的积极性和热爱, 为未来从事相关工作奠定良好的思想基础, 同时也培养他们对工程实际的兴趣和责任感, 使他们树立正确的工程观念和职业意识。</p>	<p>通过思考老师提问, 回忆以前知识, 并对补偿法产生好奇感。</p>	<p>教学手段: 教师提问, 激发学生兴趣。</p> <p>设计意图: 教师提问的是以前的物理常识, 温故知新, 引导学生有效复习。</p>
	<p> 教学内容</p> <p>1.掌握电位差计的补偿工作原理和结构特点。</p> <p>2.掌握用电位差计测电动势及其内阻的基本方法。</p> <p>3.学习对实验电路参量的估算及校准方法。</p>		
	教师活动		学生活动、教学手段及设计意图

<p>讲授新课 + 实验演示</p>	<p>1.实验目的</p> <p>(1) 掌握电位差计的补偿工作原理和结构特点；</p> <p>(2) 掌握用电位差计测电动势及其内阻的基本方法；</p> <p>(3) 学习对实验电路参量的估算及校准方法（提高层）。</p> <p>2.实验仪器介绍</p> <p>首先介绍本实验所用到的实验仪器，分别是十一线电位差计、三电势源、直流检流计、双刀双掷开关、直流电阻箱、低电势源、低电势电位差计等。在此基础上逐个对每一部分进行介绍。</p> <p>3.学生学习内容</p> <p>1. 电位差计的补偿工作原理（此部分可与天平的测量原理进行类比，因为天平的测量学生比较熟悉，可加深学生对补偿法工作原理的理解）。</p> <p>2. 电位差计测量电动势和内阻的基本方法（两步工作：先进行校准，得出标准电流大小，然后进行测量，测得阻值后利用欧姆定律即可算出待测电动势的大小）。</p> <p>3. 电位差计测量电动势和内阻的基本方法</p> <p>4. 实验中相应物理参量的估算及校准方法（可利用万用表先进行粗测，然后利用电流估算出电阻值的近似大小，预先设置电阻值可有效预防大电流对检流计的损伤）。</p> <p>5. 仪器了解。</p> <p>6. 连接线路时应注意的事项（鉴于部分学生未进行物理电路实验，此处须仔细讲解从电路图到电路连接的方法）。</p> <p>7. 测量过程中应注意的事项（告诫学生不规范实验的坏处与规范实验的益处）。</p> <p>基础层学生做 1, 2, 3, 5, 6, 7；提高层学生做 1-7。</p> <p>4.数据与分析</p> <p>基础层：</p> <p>(1) 分别计算待测电动势的大小，并对重复测量的结果进行不确定度分析。</p>	<p>学生活动：</p> <p>1. 跟随教师思路，参与讨论。</p> <p>2. 跟随教师分析过程，理解基本原理、测量电路、测量步骤。</p> <p>3. 动手自主完成实验。</p> <p>教学手段：</p> <p>1. 板书与 PPT 演示结合，边讲解边演示，增强学生的兴趣。</p> <p>2. 使用多媒体课件辅助讲解，有助于学生加深理解。</p> <p>3.通过实验仪器的操作演示，让学生明确各个实验仪器的原理和使用要领。</p> <p>设计意图：</p> <p>1. 通过讲授和实验演示，</p>
----------------------------	---	---

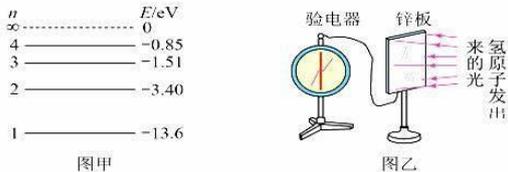
<p>讲授新课 + 实验演示</p>	<p>(2) 计算待测电动势内阻大小。</p> <p>提高层:</p> <p>(1) 掌握实验中相应物理参量的估算及校准方法并进行有效扩展;</p> <p>(2) 思考利用电位差计进行电表校准的有关知识。</p> <p>6.学生自主实验</p> <p>学生按照课前的分组, 两人分工完成实验内容并记录实验数据。在实验过程中又不明确或不确定的部分及时举手示意, 老师现场指导。实验数据测量完之后, 老师对数据进行检查, 对正确的实验数据进行盖章。若出现错误数据, 应让学生思考并重新测量。</p> <p>7.整理实验仪器</p> <p>要求学生对实验仪器进行检查并整理, 填写实验记录登记簿, 老师检查后方可离开。</p>	<p>加深学生的理解。</p> <p>2. 通过直观的教学手段和互动, 培养学生解决问题的意识。</p> <p>3. 学生自主完成实验并分析实验误差, 培养学生的团队协作能力、动手操作能力和处理实验数据能力。</p>	
<p>思考与分析</p>	教学内容		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	<p>思考与分析</p> <p>1. 实验中如发现检流计指针始终偏向一边, 分析是何原因, 如何解决?</p> <p>2. 电位差计的原理与使用实验报告须自主完成。</p>	<p>小组探讨, 分析给出的问题。</p>	<p>巩固所学知识, 培养学生的发散思维和应用能力, 鼓励他们将来能为科技进步和社会发展做出贡献。</p>
<p>课后作业</p>	<p>撰写实验报告, 包括原理、数据、误差分析与结论以及问题回答。查阅资料, 电位差计还有什么样的应用(校准电表)。</p>		
<p>评价反馈</p>			

光电效应与普朗克常量的测定实验教学设计

物理教研室 徐莺歌

课程名称	大学物理实验	授课时长	2 学时（90 分钟）
授课任务名称	光电效应与普朗克常量的测定		
教学设计理念	<p>以“以学生为中心”的教学理念为核心，结合 OBE 理念，以“探究建构”为核心理念，通过还原赫兹-密立根实验的科学史脉络，引导学生经历“现象观察→矛盾发现→量子假说→实验验证”的完整认知过程。</p> <p>采用问题链驱动和数字化实验相结合的策略：首先创设紫外线照射锌板的可视化情境，引发学生对光电子动能的定量思考；继而通过反向电压法实验数据的非线性特征，揭示经典电磁理论与实验结果的矛盾；最后引导学生运用爱因斯坦方程进行数据处理，在绘制截止电压-频率直线的过程中，不仅测定普朗克常量 h 值，更深刻理解能量量子化的物理本质。</p> <p>整个设计注重科学思维的双重建构——既构建“光子能量 $E=h\nu$”的量子观念，又培养通过图像斜率提取物理常数的实验能力，实现科学本质观与核心素养的同步发展。</p>		
内容分析	<p>“光电效应与普朗克常量的测定”是量子理论的重要实验基础，其核心内容包括三个层面：在物理规律上，光电效应揭示了光具有粒子性（光子能量 $E=h\nu$），其截止频率 ν_0 和遏止电压的线性关系验证了爱因斯坦方程的普适性；在实验方法上，通过精密测量不同频率光照射下的遏止电压，绘制 $U-\nu$ 直线并计算斜率 $k=h/e$，为测定普朗克常量 h 提供了直接途径；在教学价值上，该实验不仅衔接了经典电磁理论与量子假说的认知冲突，更培养了学生利用图像处理数据、从微观角度理解能量量子化的科学思维。实验中需重点关注光电流的阈值特性、瞬时性等关键现象，以及消除接触电势差、暗电流等系统误差的实验技巧。</p>		
学情分析	<p>根据学生的学习情况，将学生分成基础层和提高层。</p> <p>1. 基础层学生分析</p> <p>知识基础：已具备波动光学和经典电磁学的基本概念，但对光的粒子性缺乏认知，容易混淆“光强决定电子动能”的经典错误观念。</p> <p>实验技能：能操作基本电学仪器（如电压表、电流表），但缺乏对复杂实验系统（如光电管、滤光片）的调试经验，数据处理时可能忽略</p>		

	<p>图像法的斜率意义。</p> <p>学习难点：理解“光子能量与频率线性相关”的量子化思想，以及为何截止电压与入射光频率呈正比关系。</p> <p>教学策略：通过对比“经典理论预测”与“实验现象矛盾”引发认知冲突，采用直观动画模拟光子碰撞过程，简化数据拟合环节。</p> <p>2. 提高层学生分析</p> <p>知识基础：熟悉爱因斯坦光电方程，能推导斜率与普朗克常量的关系，但对接触电势差、逸出功测量等深层次误差分析缺乏系统性思考。</p> <p>实验技能：能独立完成实验电路搭建和截止电压测量，但可能忽略暗电流、反向饱和电流等干扰因素的修正方法。</p> <p>拓展需求：关注实验的现代应用（如光伏效应、光电传感器），并尝试设计创新方案（如用不同金属阴极验证逸出功差异）。</p> <p>教学策略：引入误差分析的定量讨论（如最小二乘法拟合），设计开放性问题（如“如何通过实验测定金属逸出功”），鼓励自主探究实验条件的优化。</p>
教学目标	<p>（一）基础层教学目标</p> <p>知识目标：理解光电效应的基本原理，掌握普朗克常量测定的方法。</p> <p>能力目标：能够正确使用实验仪器，验证光电管的伏安特性曲线，掌握简单的数据处理方法。</p> <p>（二）提高层教学目标</p> <p>知识目标：深入理解光电效应原理，掌握实验误差分析方法。</p> <p>能力目标：能够独立完成实验操作，完成进一步验证饱和光电流与入射光强的关系。</p> <p>思政目标（基础层和提高层）：培养严谨求实、勇于探索的科学态度，包括详细的实验数据记录、精确的数据处理与误差分析等。</p>
教学重难点	<p>重点：光电效应实验原理。</p> <p>难点：光电效应实验原理及普朗克常量的测定。</p>
教学方法与教学手段	<p>教学方法：讲授法与多媒体辅助教学，直观展示帮助学生理解。</p> <p>互动式教学，通过课堂互动，激发学生的学习兴趣 and 主动性。</p> <p>实验探究法：通过引导让学生自主探究，培养学生解决问题能力。</p> <p>教学手段：传统教学工具（板书）与多媒体教学相结合。</p>
教学资源	多媒体课件、动态图片资料、实验器材。

新课导入	教学内容 通过情景创设引入光电效应现象。		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	情境创设： 以“太阳能电池为何只在阳光下发电，而月光不行？”这一生活化问题切入，引发学生对光与电子作用的思考。随后播放紫外线照射锌板瞬间逸出电子的实验视频，观察验电器指针的偏转现象，制造“为什么蓝光能产生电流而红光不能？”的认知冲突。接着展示智能手机的光传感器工作原理，说明光电效应在现代科技中的应用，将抽象理论具象化。最后抛出“如何精确测量‘光量子’的能量大小？”的核心问题，自然过渡到普朗克常量的测定实验。通过“现象—问题—应用—探究”四步递进，既联系生活实际，又指向科学本质，激发学生的实验探究动机。 	观察动态图片并讨论，尝试分析现象的物理原理。	教学手段： 动态素材展示，激发学生兴趣。 设计意图： 创设情境，通过生活实例引导学生了解转动惯量的概念， 鼓励学生面对未知勇于探索，培养学生的问题意识。
讲授新课 + 实验演示	教学内容 1. 测绘光电管伏安特性曲线； 2. 测定普朗克常量； 3. 验证光电管的饱和光电流与入射光强成正比（结合实拍图）。		
	教师活动	学生活动、教学手段及设计意图	
	1.实验目的 (1) 理解光电效应的基本规律； (2) 掌握光电效应的原理； (3) 掌握普朗克常量的测定方法； (4) 验证光电管的饱和光电流与入射光强成正比	学生活动： 1. 跟随教师思路，参与讨论。 2. 跟随教师	

讲授新课 + 实验演示	<p>(结合实拍图)。</p> <p>2.实验仪器介绍</p> <p>首先介绍本实验所用到的实验仪器，分别是普朗克常量实验仪、光电效应测试仪、汞灯电源等。在此基础上逐个对每一部分进行介绍。</p> <p>3.实验原理介绍</p> <p>(1) 光电效应</p> <p>赫兹发现光电效应现象机器规律→普朗克提出量子论→爱因斯坦提出光子说并解释光电效应现象(光电效应方程：$h\nu = E_k + A$) →密立根确定光子能量方程式；</p> <p>(2) 光电管的伏安特性及其规律；</p> <p>(3) 光电效应方程与普朗克常量的测定原理。</p> <p>4.实验内容与步骤</p> <p>(1) 测试前准备(课前接线，讲解过程中预热)；</p> <p>(2) 测绘光电管伏安特性曲线；</p> <p>(3) 测定普朗克常量；</p> <p>(4) 验证光电管的饱和光电流与入射光强成正比(结合实拍图)。</p> <p>基础层学生做 1-3；提高层学生做 1-4。</p> <p>5.数据与分析</p> <p>基础层：</p> <p>(1) 通过测量光电流与输入电压之间的关系，验证光电管的伏安特性曲线。</p> <p>提高层：</p> <p>(1) 计算普朗克常量；</p> <p>(2) 通过测量饱和光电流，验证光电管的饱和光电流与入射光强成正比。</p> <p>6.学生自主实验</p> <p>学生按照课前的分组，两人分工完成实验内容并记录实验数据。在实验过程中又不明确或不确定的部分及时举手示意，老师现场指导。实验数据测量完之后，老师对数据进行检查，对正确的实验数据进行盖章。若出现错误数据，应让学生思考并重新测量。</p> <p>7.整理实验仪器</p>	<p>分析过程，理解转动惯量概念与测量原理。</p> <p>3.动手自主完成实验。</p> <p>教学手段：</p> <p>1.板书与 PPT 演示结合，边讲解边演示，增强学生的兴趣。</p> <p>2.使用多媒体课件辅助讲解，有助于学生加深理解。</p> <p>3.通过实验仪器的操作演示，让学生明确各个实验仪器的原理和使用要领。</p> <p>设计意图：</p> <p>1.通过讲授和实验演示，加深学生的理解。</p> <p>2.通过直观的教学手段和互动，培养学生解决问题的意识。</p>
----------------------------	--	---

	<p>要求学生实验仪器进行检查并整理，填写实验记录登记簿，老师检查后方可离开。</p>	<p>3. 学生自主完成实验并分析实验误差，培养学生的团队协作能力、动手操作能力和处理实验数据能力。</p>	
思考与分析	教学内容		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	<p>思考与分析</p> <p>1. 光电方程体现了能量守恒：光子能量用于克服金属逸出功后，剩余能量转化为光电子动能。若更换阴极材料(如钠、钾)，$U-\nu$直线的斜率是否会变化？截距有何不同？（基础层）</p> <p>2. 实验设计：若实验室只有氩氦激光器（632.8nm）和半导体激光器（405nm），如何设计实验测定普朗克常量？（提高层）</p>	<p>小组探讨，分析给出的问题。</p>	<p>巩固所学知识，培养学生的发散思维和应用能力，鼓励他们将来能为科技进步和社会发展做出贡献。</p>
课后作业	<p>撰写实验报告，包括原理、数据、图像、误差分析与结论。（基础层）</p> <p>查阅资料，自主设计不同金属的逸出功测量方案。（提高层）</p>		
评价反馈			

扭摆法测量物体的转动惯量的实验教学设计

物理教研室 简粤

课程名称	大学物理实验	授课时长	2 学时 (90 分钟)
授课任务名称	扭摆法测量物体的转动惯量		
教学设计理念	以“以学生为中心”的教学理念为核心，结合 OBE (Outcomes-Based Education) 理念，根据学生的知识基础和能力水平进行分层教学。将实验教学分为基础层和提高层两个层级，实现因材施教。通过“目标分层-内容分层-评价分层”的递进式设计，确保所有学生都能在原有基础上获得提升。		
内容分析	本实验是大学物理实验中的一个重要项目，主要涉及经典力学中的转动惯量概念及其测量方法。通过扭摆法测量物体的转动惯量，学生能够深入理解转动惯量的物理意义，掌握一种经典的物理测量方法，并且通过实验操作和数据分析，培养科学探究能力和实验技能。		
学情分析	<p>根据学生的学习情况，将学生分成基础层和提高层。</p> <p>(一) 基础层学生</p> <p>知识基础：已掌握大学物理的基本概念，但缺乏深入应用能力。</p> <p>能力水平：实验操作能力较弱，仪器使用不够熟练，数据处理能力有待提高。</p> <p>学习态度：学习积极性较高，但缺乏自信心，需要更多的指导和鼓励。</p> <p>(二) 提高层学生</p> <p>知识基础：对转动惯量有较好的理解，能够初步应用相关知识解决问题。</p> <p>能力水平：实验操作熟练，具备一定的数据分析和问题解决能力。</p> <p>学习态度：学习自主性强，对知识的拓展和应用有较高的兴趣，能够主动探索和创新。</p>		
教学目标	<p>(一) 基础层教学目标</p> <p>知识目标：理解转动惯量的概念及其物理意义，掌握扭摆法测量转动惯量的基本原理。</p>		

	<p>能力目标：能够正确使用实验仪器，完成待测物体转动惯量的测量，掌握简单的数据处理方法。</p> <p>(二) 提高层教学目标</p> <p>知识目标：深入理解扭摆法测量转动惯量的原理，掌握实验误差分析方法。</p> <p>能力目标：能够独立完成实验操作，完成待测物体转动惯量的测量及验证平行轴定理。</p> <p>思政目标（基础层和提高层）：培养严谨求实、勇于探索的科学态度，包括详细的实验数据记录、精确的数据处理与误差分析等。</p>		
教学重难点	<p>重点：扭摆法测量转动惯量的原理。</p> <p>难点：对不同形状物体转动惯量的测量和平行轴定理的验证。</p>		
教学方法与教学手段	<p>教学方法：讲授法与多媒体辅助教学，直观展示帮助学生理解。</p> <p>互动式教学，通过课堂互动，激发学生的学习兴趣和主动性。</p> <p>实验探究法：通过引导让学生自主探究，培养学生解决问题能力。</p> <p>教学手段：传统教学工具（板书）与多媒体教学相结合。</p>		
教学资源	多媒体课件、动态图片资料、实验器材。		
新课导入	<p> 教学内容 通过生活实例引入转动惯量的概念。</p>		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	<p>情境创设： 通过生活实例引入转动惯量的概念，如旋转门、旋转木马等，提出问题：“为什么这些物体转动起来后不容易停下来？”引出转动惯量的概念。引导学生关注工程实际问题，了解自己的专业与实际工程的紧密联系。让学生认识到所学知识对于工程建设和科技发展的重要性，激发他们对专业学习的积极性和热爱，为未来从事相关工作奠定良好的思想基础，同时也培养他们对工程实际的兴趣和责任感，使他们树立正确的工程观念和职业意识。</p>	<p>观察动态图片并讨论，尝试分析现象的物理原理。</p>	<p>教学手段： 动态素材展示，激发学生兴趣。</p> <p>设计意图：创设情境，通过生活实例引导学生了解转动惯量的概念，鼓励学生面对未知勇于探索，培养学生的问题意识。</p>



讲授新课 + 实验演示	👉 教学内容 1.理解扭摆法测量转动惯量的基本原理。 2.熟悉扭摆实验仪器的基本构造和操作方法。 3.能够正确测量简单规则物体的转动惯量，并验证平行轴定理。	
	教师活动	学生活动、教学手段及设计意图
	1.实验目的 (1) 加深对刚体转动知识、胡克定律、谐振方程的理解 (2) 了解光电门的工作原理； (3) 掌握游标卡尺的使用方法； (4) 学习用扭摆法测定不同形状物体的转动惯量； (5) 验证转动惯量平行轴定理（提高层）。 2.实验仪器介绍 首先介绍本实验所用到的实验仪器，分别是转动惯量实验仪、游标卡尺、卷尺、电子天平、空心金属圆柱体、实心塑料圆柱体、木球、细金属杆，金属滑块。在此基础上逐个对每一部分进行介绍。 3.实验原理介绍 (1) 扭摆法测量物体的转动惯量 $J = J' = J_1 - J_0 = \frac{KT_1^2}{4\pi^2} - J_0$ $J_0 \text{ 为金属载物盘}$ (2) 平行轴定理 $J = J_o + md^2$ 4.实验内容与步骤 (1) 仪器的安装与调节； (2) 测量待测物体的外型尺寸和质量； (3) 测定金属载物盘（夹具）的转动惯量 J_0 ； (4) 测定扭摆弹簧的扭转常数 K ； (5) 测量与计算待测物体的转动惯量。 (6) 验证转动惯量平行轴定理。 基础层学生做 1-5；提高层学生做 1-6。	学生活动： 1. 跟随教师思路，参与讨论。 2. 跟随教师分析过程，理解转动惯量概念与测量原理。 3. 动手自主完成实验。 教学手段： 1. 板书与PPT演示结合，边讲解边演示，增强学生的兴趣。 2. 使用多媒体课件辅助讲解，有助于学生加深理解。 3.通过实验仪器的操作演示，让学生明确各个实验仪器的原理和使用

<p>讲授新课 + 实验演示</p>	<p>5.数据与分析</p> <p>基础层:</p> <p>(1) 分别计算待测物体转动惯量的理论值和实验值, 并进行比较。</p> <p>提高层:</p> <p>(1) 计算 J_0 和 K 的不确定度;</p> <p>(2) 分别计算待测物体转动惯量的理论值和实验值, 并进行比较;</p> <p>(3) 计算不同距离两滑块的转动惯量的理论值和实验值, 验证转动惯量平行轴定理。</p> <p>6.学生自主实验</p> <p>学生按照课前的分组, 两人分工完成实验内容并记录实验数据。在实验过程中又不明确或不确定的部分及时举手示意, 老师现场指导。实验数据测量完之后, 老师对数据进行检查, 对正确的实验数据进行盖章。若出现错误数据, 应让学生思考并重新测量。</p> <p>7.整理实验仪器</p> <p>要求学生对实验仪器进行检查并整理, 填写实验记录登记簿, 老师检查后方可离开。</p>		<p>要领。</p> <p>设计意图:</p> <p>1. 通过讲授和实验演示, 加深学生的理解。</p> <p>2. 通过直观的教学手段和互动, 培养学生解决问题的意识。</p> <p>3. 学生自主完成实验并分析实验误差, 培养学生的团队协作能力、动手操作能力和处理实验数据能力。</p>
<p>思考与分析</p>	<p>教学内容</p>		
	<p>教师活动</p>	<p>学生活动</p>	<p>教学手段及设计意图</p>
	<p>思考与分析</p> <p>3. 本实验是如何测定扭摆的仪器常数 K (弹簧的扭转常数) 和金属载物盘 (夹具) 的转动惯量 J_0 的? (基础层)</p> <p>4. 实验设计: 测量不规则木板的转动惯量。(提高层)</p>	<p>小组探讨, 分析给出的问题。</p>	<p>巩固所学知识, 培养学生的发散思维和应用能力, 鼓励他们将来能为科技进步和社会发展做出贡献。</p>
<p>课后作业</p>	<p>撰写实验报告, 包括原理、数据、图像、误差分析与结论。 查阅资料, 比较不同材料的弹性模量及其在工程中的应用差异。</p>		
<p>评价反馈</p>			

等厚干涉实验的教学创新设计

物理教研室 张娟

课程名称	大学物理实验	授课时长	2 学时（90 分钟）
授课任务名称	等厚干涉		
教学设计理念	以“以学生为中心”的教学理念为核心,结合 OBE(Outcomes-Based Education) 理念,根据学生的知识基础和能力水平进行分层教学。将实验教学分为基础层和提高层两个层级,实现因材施教。通过“目标分层-内容分层-评价分层”的递进式设计,确保所有学生都能在原有基础上获得提升。		
内容分析	本实验是大学物理实验中的一个重要项目,主要涉及波动光学中等厚干涉现象的原理及应用。通过等厚干涉现象与物理量之间的对应关系测量牛顿环的曲率半径,学生能够深入理解等厚干涉现象的物理意义,掌握一种干涉法测量微小量的方法,并且通过实验操作和数据分析,培养科学探究能力和实验技能。		
学情分析	根据学生的学习情况,将学生分成基础层和提高层。 (一) 基础层学生 知识基础: 已掌握大学物理的基本概念,但缺乏深入应用能力。 能力水平: 实验操作能力较弱,仪器使用不够熟练,数据处理能力有待提高。 学习态度: 学习积极性较高,但缺乏自信心,需要更多的指导和鼓励。 (二) 提高层学生 知识基础: 对等厚干涉原理和应用有较好的理解,能够初步应用相关知识解决问题。 能力水平: 实验操作熟练,具备一定的数据分析和问题解决能力。 学习态度: 学习自主性强,对知识的拓展和应用有较高的兴趣,能够主动探索和创新。		
教学目标	(一) 基础层教学目标 知识目标: 理解等厚干涉原理及其物理意义,掌握应用等厚干涉现象测量牛顿环曲率半径的基本原理。 能力目标: 能够正确使用实验仪器,完成牛顿环曲率半径测量,掌握简单的数据处理方法。		

	<p>(二) 提高层教学目标</p> <p>知识目标: 深入理解等厚干涉应用的原理, 掌握实验误差分析方法。</p> <p>能力目标: 能够独立完成实验操作, 理解光程差与波模厚度的关系, 完成劈尖中微小厚度的测量。</p> <p>思政目标(基础层和提高层): 培养严谨求实、勇于探索的科学态度, 包括详细的实验数据记录、精确的数据处理与误差分析等。</p>		
教学重难点	<p>重点: 等厚干涉测量微小量的原理。</p> <p>难点: 牛顿环中曲率半径的测量和劈尖中微小量的测量。</p>		
教学方法与教学手段	<p>教学方法: 讲授法与多媒体辅助教学, 直观展示帮助学生理解。</p> <p>互动式教学, 通过课堂互动, 激发学生的学习兴趣和主动性。</p> <p>实验探究法: 通过引导让学生自主探究, 培养学生解决问题能力。</p> <p>教学手段: 传统教学工具(板书)与多媒体教学相结合。</p>		
教学资源	多媒体课件、动态图片资料、实验器材。		
新课导入	<p> 教学内容</p> <p>通过生活实例引入等厚干涉的概念。</p>		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	<p>情境创设:</p> <p>通过生活实例引入等厚干涉的概念, 如太阳光下的肥皂泡、阳光下的蜻蜓翅膀等, 提出问题: “为什么这些薄膜上为什么出现彩色的条纹?” 引出等厚干涉概念。以“如何测量纳米级薄膜厚度”为驱动问题, 引导学生实际现象与理论知识相结合, 及知识的实际应用, 通过等厚干涉在薄膜厚度测量、光学元件检测(如透镜曲率半径测量)、表面形貌分析等领域的应用案例, 帮助学生理解理论与工程的结合, 体现了物理学在精密制造业中的价值。通过“现象-机制-应用”的全链条训练, 培育学生的系统性创新思维。激发他们对专业学习的积极性和热爱, 为未来从事相关工作奠定良好</p>	<p>观察生活中出现的各种有关干涉现象的图片并讨论, 尝试分析现象的物理原理。</p>	<p>教学手段:</p> <p>动态素材展示, 激发学生兴趣。</p> <p>设计意图: 创设情境, 通过生活实例引导学生了解等厚干涉的概念, 鼓励学生面对未知勇于探索, 培养学生的问题意识。</p>

	的思想基础,同时也培养他们对工程实际的兴趣和责任感,使他们树立正确的工程观念和职业意识。		
讲授新课 + 实验演示	<p>教学内容</p> <p>1.理解等厚干涉的基本原理。</p> <p>2.熟悉读数显微镜实验仪器的基本构造和操作方法。</p> <p>3.能够正确测量牛顿环中曲率半径的测量,并测量劈尖中的微小量。</p>		
	教师活动		学生活动、教学手段及设计意图
	<p>1.实验目的</p> <p>(1) 掌握等厚干涉原理</p> <p>(2) 理解半波损失、光程差等核心概念;</p> <p>(3) 掌握读数显微镜的使用方法;</p> <p>(4) 学习用等厚干涉原理测量牛顿环的曲率半径;</p> <p>(5) 测量劈尖中的微小量(提高层)。</p> <p>2.实验仪器介绍</p> <p>首先介绍本实验所用到的实验仪器,分别是读数显微镜、钠灯、牛顿环、劈尖。在此基础上逐个对每一部分进行介绍。</p> <p>3.实验原理介绍</p> <p>(1) 牛顿环中透镜曲率半径的测量</p> $R = \frac{D_m^2 - D_n^2}{4(m-n)\lambda}$ <p>(2) 劈尖中微小量的测量</p> $d = \frac{L\lambda}{l2}$ <p>4.实验内容与步骤</p> <p>(5) 仪器的安装与调节;</p> <p>(6) 牛顿环中等厚干涉条纹调焦;</p> <p>(7) 测定牛顿环中暗条纹直径;</p> <p>(8) 计算牛顿环曲率半径;</p> <p>(5) 测量劈尖中微小量。</p>		<p>学生活动:</p> <p>1. 跟随教师思路,参与讨论。</p> <p>2. 跟随教师分析过程,理解转动惯量概念与测量原理。</p> <p>3. 动手自主完成实验。</p> <p>教学手段:</p> <p>1. 板书与PPT演示结合,边讲解边演示,增强学生的兴趣。</p> <p>2. 使用多媒体课件辅助</p>

<p style="text-align: center;">讲授新课 + 实验演示</p>	<p style="text-align: center;">基础层学生做 1-5；提高层学生做 1-6。</p> <p>5.数据与分析</p> <p>基础层：</p> <p>（1）计算牛顿环曲率半径的实验值并与理论值进行比较。</p> <p>提高层：</p> <p>（1）计算 $D_m^2 - D_n^2$ 和 R 的不确定度；</p> <p>（2）计算劈尖中微小量的实验值并与理论值进行比较；</p> <p>（3）计算劈尖中微小量的不确定度。</p> <p>6.学生自主实验</p> <p>学生按照课前的分组，两人分工完成实验内容并记录实验数据。在实验过程中又不明确或不确定的部分及时举手示意，老师现场指导。实验数据测量完之后，老师对数据进行检查，对正确的实验数据进行盖章。若出现错误数据，应让学生思考并重新测量。</p> <p>7.整理实验仪器</p> <p>要求学生对实验仪器进行检查并整理，填写实验记录登记簿，老师检查后方可离开。</p>	<p>讲解，有助于学生加深理解。</p> <p>3.通过实验仪器的操作演示，让学生明确各个实验仪器的原理和使用要领。</p> <p>设计意图：</p> <p>1. 通过讲授和实验演示，加深学生的理解。</p> <p>2. 通过直观的教学手段和互动，培养学生解决问题的意识。</p> <p>3. 学生自主完成实验并分析实验误差，培养学生的团队协作能力、动手操作能力和处理实验数据能力。</p>
--	---	--

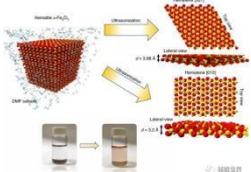
	教学内容		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	思考与分析 5. 牛顿环中等厚干涉条纹为什么中央向外侧条纹越来越细越来越密？（基础层） 6. 实验设计：测量平板玻璃上微小的凹槽或凸起的量值。（提高层）	小组探讨，分析给出的问题。	巩固所学知识， 培养学生的发散思维和应用能力，鼓励他们将来能为科技进步和社会发展做出贡献。
课后作业	撰写实验报告，包括原理、数据、图像、误差分析与结论。 查阅资料，比较不同材料的弹性模量及其在工程中的应用差异。		
评价反馈			

铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线实验教学设计

物理教研室 毛生红

课程名称	大学物理实验	授课时长	2 学时（90 分钟）
授课任务名称	铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线		
教学设计理念	以“以学生为中心”的教学理念为核心，结合 OBE (Outcomes-Based Education) 理念，根据学生的知识基础和能力水平进行分层教学。将实验教学分为基础层和提高层两个层级，实现因材施教。通过“目标分层-内容分层-评价分层”的递进式设计，确保所有学生都能在原有基础上获得提升。		
内容分析	本实验是大学物理实验中的一个重要项目，主要涉及电磁学中的铁磁材料磁化规律。通过测绘铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线，学生能够深入理解铁磁材料的磁化特性，掌握一种经典的物理测量方法，并且通过实验操作和数据分析处理，培养学生科学探究能力、实验操作能力和团队协作能力。		
学情分析	<p>根据学生的学习情况，将学生分成基础层和提高层。</p> <p>（一）基础层学生</p> <p>知识基础：已掌握大学物理的基本概念，对电磁学有一定了解，但对铁磁材料的磁化规律缺乏深入认识。</p> <p>能力水平：实验操作能力较弱，仪器使用不够熟练，数据处理能力有待提高。</p> <p>学习态度：学习积极性较高，但缺乏自信心，需要老师更多的指导和鼓励。</p> <p>（二）提高层学生</p> <p>知识基础：对铁磁材料的磁化规律有较好的理论基础，能够初步理解磁滞回线和基本磁化曲线的概念。</p> <p>能力水平：实验操作熟练，具备一定的数据分析和问题解决能力。</p> <p>学习态度：学习自主性强，对知识的拓展和应用有较高的兴趣，能够主动探索和创新。</p>		
	<p>（一）基础层教学目标</p> <p>知识目标：了解铁磁材料的磁化规律，理解磁滞回线和基本磁化曲线的基本概念。</p>		

<p>教学目标</p>	<p>能力目标：能够正确使用实验仪器，完成铁磁材料磁滞回线和基本磁化曲线的测绘，掌握简单的数据处理方法。</p> <p>（二）提高层教学目标</p> <p>知识目标：深入理解铁磁材料的磁化规律，掌握磁滞回线和基本磁化曲线的测绘原理，理解矫顽力、剩磁、饱和磁场强度和饱和磁感应强度等物理量的含义。</p> <p>能力目标：能够独立完成实验操作，准确测绘铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线，对实验数据进行深入分析，并验证不同铁磁材料的特性。</p> <p>思政目标（基础层和提高层）：培养严谨求实、勇于探索的科学态度，包括详细的实验数据记录、精确的数据处理与误差分析等。</p>					
<p>教学重难点</p>	<p>重点：铁磁材料磁滞回线和基本磁化曲线的测绘原理。</p> <p>难点：对实验数据的准确处理和分析，以及如何根据磁滞回线判断铁磁材料的种类和特性。</p>					
<p>教学方法与教学手段</p>	<p>教学方法：讲授法与多媒体辅助教学，直观展示帮助学生理解。</p> <p>互动式教学，通过课堂互动，激发学生的学习兴趣和主动性。</p> <p>实验探究法：通过引导让学生自主探究，培养学生解决问题能力。</p> <p>教学手段：板书与多媒体教学相结合。利用 PPT 演示实验原理、操作步骤和数据处理方法，通过视频展示实验仪器的操作过程。</p>					
<p>教学资源</p>	<p>多媒体课件：用于讲解铁磁材料的磁化规律、磁滞回线和基本磁化曲线的原理，以及实验操作步骤和数据处理方法。</p> <p>动态图片资料：展示铁磁材料在不同磁场强度下的磁滞回线和基本磁化曲线的变化过程，帮助学生更直观地理解实验现象。</p> <p>实验器材：DH4516 型磁滞回线试验仪、YB4330 双踪示波器、软磁材料样品、硬磁材料样品、导线、连接线等，用于学生进行实际的实验操作。</p>					
<p>新课导入</p>	<p>教学内容 通过生活实例引入铁磁材料的概念。</p> <table border="1" data-bbox="376 1765 1383 1848"> <tr> <td data-bbox="376 1765 967 1848">教师活动</td> <td data-bbox="967 1765 1174 1848">学生活动</td> <td data-bbox="1174 1765 1383 1848">教学手段及设计意图</td> </tr> </table>			教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
教师活动	学生活动	教学手段及设计意图				

	<p>情境创设:</p> <p>展示一些常见的铁磁材料制品,如磁铁、变压器铁芯等,提问学生是否了解这些材料在磁场中的行为,引出铁磁材料的磁化现象。然后通过 PPT 展示一些生活中的实例,如电磁起重机、磁性存储设备等,说明铁磁材料的磁化规律在这些设备中的重要应用,从而引出</p>    <p>本节课的主题——铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线。</p> <p>引导学生关注工程实际问题,了解自己的专业与实际工程的紧密联系。让学生认识到所学知识对于工程建设和科技发展的重要性,激发学生对专业学习的积极性和热爱,为未来从事相关工作奠定良好的思想基础,同时也培养学生对工程实际的兴趣和责任感,树立正确的工程观念和职业意识。</p>	<p>观察教师展示的铁磁材料制品和生活实例,思考铁磁材料在磁场中的行为,对即将学习的内容产生兴趣。</p>	<p>教学手段:多媒体演示</p> <p>设计意图:通过实物展示和生活实例,激发学生的学习兴趣,让学生对铁磁材料的磁化规律有一个初步的认识,为后续实验原理的理解奠定基础。</p>
讲授新课	<p>教学内容</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.观察软磁材料(或矩磁材料)的磁滞回线。 2.测绘硬磁材料的基本磁化曲线、磁滞回线和 $\mu \sim H$ 关系曲线。 3.测绘硬磁材料的动态磁滞回线。 		
	<p>教师活动</p>	<p>学生活动、教学手段及设计意图</p>	
	<p>1.实验目的</p> <ol style="list-style-type: none"> (1)了解铁磁材料的磁化规律; (2)掌握铁磁材料的基本磁化曲线、磁滞回线和 	<p>学生活动:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.跟随教师 	

<p style="text-align: center;">+ 实验演示</p>	<p style="text-align: center;">$\mu \sim H$ 关系曲线的测绘;</p> <p>(3) 掌握测定铁磁材料的矫顽力、剩磁、饱和磁场强度和饱和磁感应强度的方法;</p> <p>(4) 掌握微机法测量铁磁材料的磁滞回线, 并学会判断铁磁材料的种类 (提高层)。</p> <p>2.实验仪器介绍</p> <p>介绍本次实验所使用的 DH4516 型磁滞回线试验仪和 YB4330 双踪示波器, 以及软磁材料样品、硬磁材料样品等实验器材。讲解试验仪的各个部件的功能和操作方法, 如励磁绕组匝数的设置、励磁电流取样电阻的作用、积分电阻和积分电容的调整等。同时, 介绍示波器的使用方法, 包括通道输入方式的选择、灵敏度的调节、光迹曲线的观察等。</p> <p>3.实验原理介绍</p> <p>(1) 铁磁材料的磁化规律 : 通过 PPT 演示和板书相结合的方式, 向学生详细讲解铁磁材料在磁化过程中的特点, 即磁感应强度 B 与磁场强度 H 的非线性关系, 以及磁滞现象的产生原因。结合生活中的实例, 如铁磁材料在交变磁场中的能量损耗等, 让学生更直观地理解铁磁材料的磁化规律。</p> <p>(2) 磁化曲线和磁滞回线 : 详细讲解磁滞回线的形成过程, 包括起始磁化曲线、退磁曲线、反向磁化曲线等各个阶段的特点。解释矫顽力、剩磁、饱和磁场强度和饱和磁感应强度等物理量的含义, 并说明如何通过磁滞回线来确定这些物理量的值。同时, 介绍基本磁化曲线和关系曲线的概念, 以及它们与磁滞回线之间的关系。</p> <p>(3) 磁滞回线和基本磁化曲线的测量原理 : 结合实验线路图, 讲解如何利用 DH4516 型磁滞回线试验仪和 YB4330 双踪示波器来测量铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线。具体讲解如何通过测量励磁绕组的电流和电压来计算磁场强度 H, 以及如何通过测量积分电路的输出电压来计算磁感应强度 B。同时, 介绍如何通过示波器的定标来确定磁场强度和磁感应强度的数值。</p>	<p>思路, 参与讨论。</p> <p>2. 在教师讲解实验目的、仪器和原理时, 认真听讲, 积极思考, 做好笔记, 确保理解每个知识点。</p> <p>3. 在教师演示实验步骤时, 仔细观察教师的操作手法和步骤细节, 注意记录操作要点和注意事项, 为后续的自主实验做好准备。</p> <p>4. 动手自主完成实验。</p>
<p style="text-align: center;">讲授新课 + 实验演示</p>		<p>教学手段:</p> <p>1. 板书与 PPT 演示结合 : 通过板书清晰地展示实验原理的公式推导和重点内容,</p>

	$H = \frac{N_1 D_x}{LR_1} \cdot x, \quad B = \frac{R_2 C_2 D_y}{N_2 S} \cdot y, \quad \mu = \frac{B}{H}$ <p>4.实验内容与步骤</p> <p>(9) 观察软磁材料（或矩磁材料）的磁滞回线。</p> <p>(10) 测绘硬磁材料的基本磁化曲线、磁滞回线和关系曲线。</p> <p>(11) 测绘硬磁材料的动态磁滞回线。</p> <p>(4) 使用微机型磁滞回线试验仪测绘软磁材料的动态磁滞回线。</p> <p>基础层学生做 1-3；提高层学生做 1-4。</p> <p>在实验室中，教师亲自演示实验操作过程。首先，按照实验线路图连接实验仪器，将软磁材料样品接入电路，并进行退磁操作。然后，调节示波器的 X 轴和 Y 轴灵敏度，使显示屏上出现清晰的磁滞回线。在演示过程中，教师详细讲解每个步骤的操作要点和注意事项，如如何正确连接导线，如何调节示波器的灵敏度，如何避免图形顶部出现编织状的小环等。接着，教师演示如何记录磁滞回线上的关键点坐标，如顶点坐标和与坐标轴的交点坐标等。之后，教师将硬磁材料样品接入电路，重复上述步骤，演示如何测绘硬磁材料的基本磁化曲线、磁滞回线和关系曲线，并记录相应的数据。最后，教师讲解如何对数据进行处理，包括如何计算磁场强度和磁感应强度的数值，如何绘制基本磁化曲线和关系曲线，以及如何根据磁滞回线求出矫顽力、剩磁、饱和磁场强度和饱和磁感应强度等物理量的值。</p> <p>5.数据与分析</p> <p>基础层：</p> <p>(1) 分别计算待测物体转动惯量的理论值和实验值，并进行比较。</p> <p>提高层：</p> <p>(1) 计算 J_0 和 K 的不确定度；</p> <p>(2) 分别计算待测物体转动惯量的理论值和实验值，并进行比较；</p>	<p>同时利用 PPT 演示动态图片和实验过程动画，增强学生对实验原理和操作过程的理解。</p> <p>2. 实验仪器操作演示：让学生直观地看到实验仪器的操作过程和方法，提高学生的实验操作技能和实践能力。</p> <p>设计意图：</p> <p>1. 通过讲授和实验演示，加深学生对铁磁材料磁滞回线和基本磁化曲线原理的理解，让学生熟悉实验仪器的操作方法和实验步骤，为学生的自主</p>
--	---	---

	<p>(3) 计算不同距离两滑块的转动惯量的理论值和实验值, 验证转动惯量平行轴定理。</p> <p>6. 学生自主实验</p> <p>学生按照课前的分组, 两人一组, 分工合作完成实验内容。在实验过程中, 学生需要严格按照实验步骤进行操作, 仔细观察示波器上显示的磁滞回线和基本磁化曲线的变化过程, 记录关键点的坐标数据。对于基础层学生, 重点完成软磁材料和硬磁材料磁滞回线的测绘, 并记录矫顽力、剩磁等物理量的值; 对于提高层学生, 除了完成上述任务外, 还需要进一步测绘基本磁化曲线和关系曲线, 并对不同铁磁材料的特性进行比较和分析。在实验过程中, 学生若遇到不明确或不确定的部分, 应及时举手向老师提问, 寻求帮助和指导。</p> <p>在学生分组进行实验时, 教师巡视各小组的实验进展情况, 及时发现学生在实验操作中存在的问题并给予指导和纠正。例如, 检查学生是否正确连接实验仪器, 是否正确进行退磁操作, 是否能够准确记录磁滞回线上的关键点坐标等。同时, 教师还要解答学生在实验过程中提出的各种问题, 引导学生思考实验中出现的现象和问题, 培养学生的科学思维能力和解决问题的能力。此外, 教师还要对学生的实验数据进行检查, 确保数据的准确性和可靠性, 对正确的实验数据进行盖章确认, 若出现错误数据, 应让学生思考原因并重新测量。</p> <p>7. 整理实验仪器</p> <p>要求学生实验仪器进行检查并整理, 填写实验记录登记簿, 老师检查后方可离开。</p>	<p>实验奠定基础。2. 通过与生活实例的结合, 拓宽学生的知识面, 培养学生的类比思维和综合分析能力。</p> <p>3. 通过学生自主实验, 培养学生的动手能力、团队协作能力和实验数据处理能力。同时, 教师的现场指导和及时反馈, 有助于学生及时纠正错误操作, 提高实验技能和科学素养。</p>	
<p style="text-align: center;">思考与分析</p>	教学内容		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	<p>思考与分析</p> <p>1. 如何通过磁滞回线判断铁磁材料的种类和使用范围? (基础层)</p> <p>2. 如何减小实验中的磁滞损耗对测量结果的影响? (提高层)</p> <p style="text-align: right;">教师活动: 组织学生进行小组讨论,</p>	<p>学生积极参与小组讨论, 运用所学的物理知识和实验技能, 对实验中的各</p>	<p>通过小组讨论和问题分析, 巩固学生对所学知识的理解和掌握, 培养学生</p>

	<p>针对上述问题引导学生思考和分析。在讨论过程中，教师可以适时地提供一些提示和启发，帮助学生梳理思路，加深对实验原理和方法的理解。同时，鼓励学生积极发表自己的观点和见解，培养学生的发散思维 and 创新能力。</p>	<p>种现象和问题进行深入思考和探讨，提高自己的分析问题和解决问题的能力。</p>	<p>的发散思维和应用能力，鼓励学生将所学知识应用到实际问题中，为今后的学习和工作打下坚实的基础。鼓励学生将来能为科技进步和社会发展做出贡献。</p>
<p>课后作业</p>	<p>撰写实验报告，包括原理、数据、图像、误差分析与结论。 查阅资料，了解不同铁磁材料在实际工程中的应用，并撰写一篇小论文，分析其应用优势和局限性。</p>		
<p>评价反馈</p>			

光栅光谱和光栅常量的测量实验教学设计

物理教研室 苏文晓

课程名称	大学物理实验	授课时长	2 学时（90 分钟）
授课任务名称	光栅光谱和光栅常量的测量		
教学设计理念	<p>基于 OBE 教学理念，以成果导向为核心，反向设计课程，打造以“学生为中心”的课堂教学，结合线上线下混合式教学，进行本节课的教学设计。</p> <p>将实验教学分为基础层和提高层两个层级，实现因材施教。通过“目标分层-内容分层-评价分层”的递进式设计，确保所有学生都能在原有基础上获得提升。</p>		
内容分析	<p>本实验是大学物理实验中的一个综合实验项目，主要涉及分光计的调节和使用、光栅光谱的观察、光栅常量的测量等内容。通过本实验的学习，要求学生能够熟练使用分光计，深入理解平面投射光栅的衍射规律和测量光栅常量方法，掌握精细调整光路的必要技巧；培养学生对问题的分析和解决能力。</p>		
学情分析	<p>根据学生的学习情况，将学生分成基础层和提高层。</p> <p>（一）基础层学生</p> <p>知识基础：了解光栅衍射的基本概念，但缺乏深入理解和应用能力。</p> <p>能力水平：实验操作能力较弱，仪器使用不够熟练，数据处理能力有待提高。</p> <p>学习态度：学习积极性较高，但缺乏自信心，需要更多的指导和鼓励。</p> <p>（二）提高层学生</p> <p>知识基础：对光栅衍射有较好的理解，能够初步应用相关知识解决问题。</p> <p>能力水平：实验操作熟练，具备一定的数据分析和问题解决能力。</p> <p>学习态度：学习自主性强，对知识的拓展和应用有较高的兴趣，能够主动探索和创新。</p>		
教学目标	（一）基础层教学目标		

	<p>知识目标：进一步熟悉分光计的调节要求和使用方法；了解平面投射光栅的衍射规律；掌握测量光栅常量的原理和方法。</p> <p>能力目标：培养学生提出问题解决问题的能力。</p> <p>(二) 提高层教学目标</p> <p>知识目标：掌握分光计的调节要求和使用方法，深入理解平面投射光栅的衍射规律；掌握测量光栅常量的原理和方法。</p> <p>能力目标：培养学生独立提出问题解决问题的能力以及拓展创新能力。</p> <p>思政目标（基础层和提高层）：培养严谨求实、勇于探索的科学态度，包括详细的实验数据记录、精确的数据处理与误差分析等。</p>		
教学重难点	<p>重点：光栅常量的测量。</p> <p>难点：分光计的调节和使用。</p>		
教学方法与教学手段	<p>教学方法：讲授法与多媒体辅助教学，直观展示帮助学生理解。</p> <p>互动式教学，通过课堂互动，激发学生的学习兴趣和主动性。</p> <p>实验探究法：通过引导让学生自主探究，培养学生解决问题能力。</p> <p>教学手段：传统教学工具（板书）与多媒体教学相结合。</p>		
教学资源	多媒体课件、动态图片资料、实验器材。		
新课导入	 教学内容		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	<p>情境创设：</p> <p>课堂演示单色光和复色光垂直照射到平面投射光栅时的衍射图样，创设情境，提出问题，引入课堂，提出问题 1：“什么是平面投射光栅，什么是光栅常数？引导同学结合光栅衍射的理论知识思考，进而引入实验内容。</p>	<p>观察动态图片并讨论，尝试分析现象的物理原理。</p>	<p>教学手段：</p> <p>动态素材展示，激发学生兴趣。</p> <p>设计意图：创设情境，通过生活实例引导学生了光栅衍射，鼓励学生面对未知勇于探索，培养学生的问题意识。</p>
	 教学内容		

讲授新课 + 实验演示	<p>(1) 进一步熟悉分光计的调节要求和使用方法；</p> <p>(2) 了解平面投射光栅的衍射规律；</p> <p>(3) 掌握测量光栅常量的原理和方法；</p>	
	<p>教师活动</p>	<p>学生活动、教学手段及设计意图</p>
	<p>1. 课前准备</p> <p>课前通过学习通发送课前任务如下，解决以下问题，让学生完成实验预习。</p> <p>(1) 分光计粗调该调什么？</p> <p>(2) 如何正确放置平面镜？</p> <p>(3) 找不到亮十字应该怎么操作？</p> <p>(4) 如果只看到一侧的亮十字像，是什么原因？</p> <p>(5) 什么是各半调节法？</p> <p>(6) 如何保证平行光垂直照射到光栅平面上？</p> <p>(7) 如果观察到的光谱线是倾斜的，该如何调整？</p> <p>2. 课堂授课</p> <p>2.1 实验原理</p> <p>用激光笔（单色光源）垂直照射平面投射光栅，演示光栅衍射，引出问题 2</p> <p>问题 2：光栅衍射的规律是什么？各物理量之间有什么关系？</p> <p style="text-align: center;">光栅方程：$d \sin \theta = (a + b) \sin \theta = k \lambda$</p> <p>分析同一级衍射明纹，波长与衍射角直接的关系，引出问题 3</p> <p>问题 3：若用复色光源垂直照射平面投射光栅，同一级明纹不同波长光谱线的分布情况如何？通过这些问题引导同学们学会从理论预测实验现象，进一步验证理论的正确性。</p> <p>通过以上问题的分析，进入光栅常数测量环节。提出问</p>	<p>学生活动：</p> <p>1. 复习分光计的调节和使用，解决课前发布的相关问题。</p> <p>2. 跟随教师分析过程，回答所提问题。</p> <p>3. 动手自主完成实验。</p> <p>教学手段：</p> <p>1. 板书与 PPT 演示结合，边讲解边演示，增强学生的兴趣。</p> <p>2. 使用多媒体课件辅助讲解，有助于学生加深理解。</p> <p>3. 通过实验仪器的操作演示，让学生</p>

<p>讲授新课 + 实验演示</p>	<p>题 4</p> <p>问题 4: 若已知绿光波长, 通过光栅方程如何测量光栅常量?</p> $d = \frac{\lambda_{\text{绿}}}{\sin \varphi}$ <p>测量第一级绿光衍射角 φ_1、φ_2</p> <p>问题 5: 如何测量一级绿光的衍射角?</p> <p>望远镜转过的角度: $\Delta\varphi$</p> <p>测量第一级绿光角位置: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$</p> <p>衍射角: $\varphi = \frac{1}{2}\Delta\varphi$</p> <p>问题 6: 分光计存在偏心差, 如何去测量或记录数据以减少系统误差?</p> <p>望远镜转过的角度: $\Delta\varphi_{\text{左}} = \varphi_2 - \varphi_1$</p> <p>$\Delta\varphi_{\text{右}} = \varphi_2' - \varphi_1'$</p> $\overline{\Delta\varphi}_i = \frac{1}{2}(\Delta\varphi_{\text{左}} + \Delta\varphi_{\text{右}})$ <p>绿谱线的衍射角: $\varphi_i = \frac{1}{2}\overline{\Delta\varphi}_i$</p> <p>衍射角平均值: $\overline{\varphi} = \frac{1}{3}\varphi_i$</p> <p>计算一级绿光衍射角的不确定度</p> $u_A = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^3 (\varphi_i - \overline{\varphi})^2} \quad u_B = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}}$ <p>测量结果的表示 $u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$</p> <p>第一级绿光谱衍射角: $\varphi = \overline{\varphi} \pm u_C$</p> <p>光栅常量的平均值: $\overline{d} = \frac{\lambda_{\text{绿}}}{\sin \overline{\varphi}}$</p> <p>光栅常量不确定度:</p> $u_C(d) = \sqrt{\left(\frac{\partial \overline{d}}{\partial \overline{\varphi}}\right)^2} u_C(\overline{\varphi}) = \overline{d} \cot \overline{\varphi} u_C(\overline{\varphi})$	<p>明确各个实验仪器的原理和使用要领。</p> <p>设计意图:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过讲授和实验演示, 加深学生的理解。 2. 通过直观的教学手段和互动, 培养学生解决问题的意识。 3. 学生自主完成实验并分析实验误差, 培养学生的团队协作能力、动手操作能力和处理实验数据能力。
----------------------------	--	--

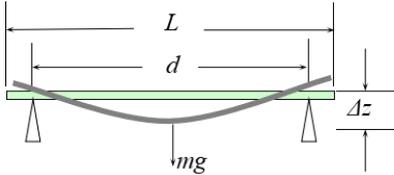
	<p>光栅常量: $d = \bar{d} \pm u_c(d)$</p> <p>3.学生自主实验</p> <p>学生按照课前的分组,两人分工完成实验内容并记录实验数据。在实验过程中又不明确或不确定的部分及时举手示意,老师现场指导。实验数据测量完之后,老师对数据进行检查,对正确的实验数据进行盖章。若出现错误数据,应让学生思考并重新测量。</p> <p>4.整理实验仪器</p> <p>要求学生对实验仪器进行检查并整理,填写实验记录登记簿,老师检查后方可离开。</p>		
思考与分析	教学内容		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	<p>思考与分析</p> <p>1. 分光计上为什么要用两个游标盘读数? (基础层)</p> <p>2. 在以上实验的基础上,如何测量紫光波长? (提高层)</p>	<p>小组探讨,分析给出的问题。</p>	<p>总结问题,拓展创新,持续改进。</p>
课后作业	<p>撰写实验报告,包括原理、数据、误差分析与结论。</p> <p>查阅资料,了解分光计及投射光栅在现代高精尖光学仪器中的应用。</p>		
评价反馈			

弹性模量的测定的实验教学设计

物理教研室 张成绩

课程名称	大学物理实验	授课时长	2 学时（90 分钟）
授课任务名称	弹性模量的测定		
教学设计理念	基于 OBE 教育理念, 强调“以学生为中心”、“以能力培养为目标”, 针对学生前期物理基础、实验操作能力的差异性, 将实验教学分为基础层和提高层两个层级, 实现因材施教。通过“目标分层-内容分层-评价分层”的递进式设计, 确保所有学生都能在原有基础上获得提升。		
内容分析	本实验是大学物理实验中的经典项目之一, 涉及霍尔效应、位移测量技术以及材料力学中弹性模量的测定。实验内容兼具基础理论性与工程应用性, 能够很好地体现物理学原理在工程技术中的实际应用。		
学情分析	<p>根据学生前 7 个实验项目的完成情况, 将学生分成基础层和提高层。</p> <p>一、基础层</p> <p>知识基础: 已掌握大学物理的基本概念, 但缺乏深入应用能力。</p> <p>能力水平: 实验动手操作能力较弱, 仪器使用不够熟练, 数据处理能力有待提高。</p> <p>学习态度: 学习积极性较高, 但缺乏自信心, 需要更多的指导和鼓励。</p> <p>二、提高层</p> <p>知识基础: 对霍尔效应和弹性模量有较好的理解, 能够初步应用相关知识解决问题。</p> <p>能力水平: 实验操作熟练, 具备一定的数据分析和问题解决能力。</p> <p>学习态度: 学习自主性强, 对知识的拓展和应用有较高的兴趣, 能够主动探索和创新。</p>		
教学目标	<p>一、基础层</p> <p>知识目标: 掌握用横梁弯曲法测量弹性模量的基本概念。</p> <p>能力目标: 能够正确使用读数显微镜测量微小位移, 完成基本的实验操作, 掌握简单的数据处理方法。</p>		

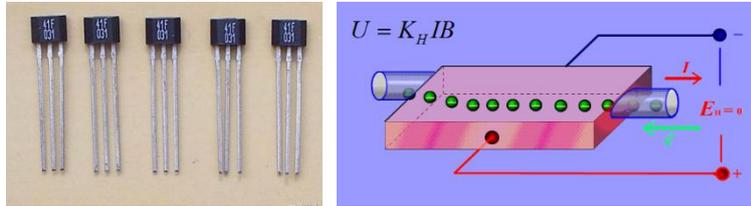
	<p>二、提高层</p> <p>知识目标: 理解霍尔效应的基本原理及其在传感器中的应用, 掌握用横梁弯曲法测量弹性模量的计算公式, 明确各参数的物理意义与测量方法。</p> <p>能力目标: 能够对霍尔位置传感器进行定标, 理解霍尔效应的基本原理, 并通过实验验证其在微小位移测量中的应用效果, 同时分析实验过程中可能出现的误差来源。</p> <p>思政目标 (基础层和提高层): 培养严谨求实、勇于探索的科学态度, 包括详细的实验数据记录、精确的数据处理与误差分析等。</p>		
教学重难点	<p>重点: 弹性模量的测定; 霍尔位置传感器的定标。</p> <p>难点: 仪器的调节与霍尔位置传感器的定标。</p>		
教学方法与教学手段	<p>教学方法: 讲授法与多媒体辅助教学, 直观展示帮助学生理解。</p> <p>互动式教学, 通过课堂互动, 激发学生的学习兴趣 and 主动性。</p> <p>实验探究法: 通过引导让学生自主探究, 培养学生解决问题的能力。</p> <p>教学手段: 传统教学工具 (板书)、实验演示与多媒体教学相结合。</p>		
教学资源	多媒体课件、动态图片资料、实验器材。		
新课导入	<p> 教学内容</p> <p>通过生活实例引入弹性模量的概念。</p>		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	<p>情境创设:</p> <p>展示我国大型桥梁、高铁轨道建设视频片段, 提出问题: “如何实时监测结构微小变形?” 引出霍尔传感器在现代工程结构监测中的重要作用。</p> <p>强调传感器精度对工程质量的影响, 引导学生思考“工匠精神”与“科技强国”。</p>	观察动态图片并讨论, 尝试分析现象的物理原理。	<p>教学手段:</p> <p>动态素材展示, 激发学生兴趣。</p> <p>设计意图:</p> <p>创设情境, 通过生活实例引导学生关注微小位移测量, 鼓励学生面对未知勇于探索, 培养学生的问题意识。</p>

			
讲授新课 + 实验演示	<p>教学内容</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.弹性模量概念与测量原理。 2.霍尔效应与传感器工作原理。 3.实验内容与步骤。 4.学生自主实验 		
	教师活动	学生活动、教学手段及设计意图	
	<p>1.实验目的</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 学习用读数显微镜测量微小位移； (2) 学习用霍尔位置传感器测量微小位移； (3) 掌握用横梁弯曲法测定材料的弹性模量； (4) 学习对霍尔位置传感器定标的方法； (5) 掌握游标卡尺、千分尺和米尺的使用方法； (6) 学会用逐差法处理实验数据。 <p>2.实验仪器介绍</p> <p>首先介绍本实验所用到的实验仪器，分别是弹性模量实验仪、直流数字电压表、米尺、游标卡尺和千分尺。在此基础上逐个对每一部分的原理和测量方法进行介绍。</p> <p>3.实验原理介绍</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 横梁弯曲法测弹性模量。 <p>本实验的待测横梁为黄铜和可锻铁，根据横梁弯曲法求出弹性模量的计算公式：$E = \frac{d^3 mg}{4a^3 b \Delta Z}$。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>本实验的重点—微小量的测量</p>	<p>学生活动：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.跟随教师思路，参与讨论。 2.跟随教师分析过程，理解弹性模量概念与测量原理。 3.动手自主完成实验。 <p>教学手段：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.板书与 PPT 演示结合，边讲解边演示， 	

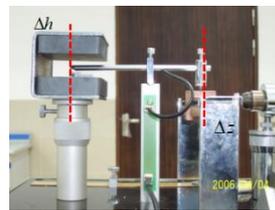
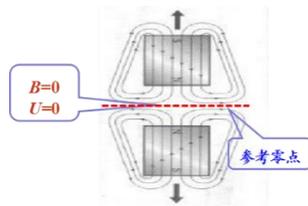
(2) 霍尔位置传感器的原理。

利用霍尔电势差 $U = K_H IB$ ，通过分析求出霍尔电压与位移量之间是一一对应的关系 $\Delta U = K \Delta Z$ 。

结合动画演示：展示霍尔传感器与磁铁组合测量位移的结构。



强调传感器定标的意义——建立输出电压与位移之间的函数关系。



4.实验内容与步骤

A. 基础层

- (1) 仪器的安装与调节，掌握基本操作要领。
- (2) 利用读数显微镜直接读取数据，并利用逐差法计算微小位移。
- (3) 计算黄铜和可锻铁的弹性模量。

B. 提高层

- (1) 仪器的安装与调节，掌握基本操作要领。
- (2) 用横梁弯曲法测量黄铜样品的弹性模量并对霍尔位置传感器进行定标；通过电压差与位移量之间的关系求出霍尔位置传感器的灵敏度 K 。
- (3) 用霍尔位置传感器测量可锻铸铁的弹性模量。

5.数据与分析

A. 基础层

用逐差法计算黄铜和可锻铁材料的杨氏模量，把计算结果与公认值进行比较。

B. 提高层：

- (1) 用逐差法计算黄铜材料的杨氏模量，把计算

增强学生的兴趣。

2.使用多媒体课件辅助讲解，有助于学生加深理解。

3.通过实验仪器的操作演示，让学生明确各个实验仪器的原理和使用要领。

设计意图：

1.通过讲授和实验演示，加深学生的理解。

2.通过直观的教学手段和互动，培养学生解决问题的意识。

3.学生自主完成实验并分析实验误差，

<p>讲授新课 + 实验演示</p>	<p>结果与公认值进行比较；</p> <p>(2) 求出霍尔位置传感器的灵敏度，并对霍尔位置传感器进行定标；</p> <p>(3) 由霍尔位置传感器的灵敏度，计算出下降的距离，用逐差法计算出可锻铸铁材料的杨氏模量。</p> <p>6.学生自主实验</p> <p>学生按照课前的分组，两人分工完成实验内容并记录实验数据。在实验过程中又不明确或不确定的部分及时举手示意，老师现场指导。实验数据测量完之后，老师对数据进行检查，对正确的实验数据进行盖章。若出现错误数据，应让学生思考并重新测量。</p> <p>7.整理实验仪器</p> <p>要求学生对实验仪器进行检查并整理，填写实验记录登记簿，老师检查后方可离开。</p>	<p>培养学生的团队协作能力、动手操作能力和处理实验数据能力。</p>	
<p>思考与分析</p>	<p>教学内容</p>		
	<p>教师活动</p>	<p>学生活动</p>	<p>教学手段及设计意图</p>
	<p>思考与分析</p> <p>1. 实际工程中还有哪些因素会影响材料的弹性模量？（基础层）</p> <p>2. 如果传感器存在非线性，会对弹性模量测量带来什么影响？（提高层）</p>	<p>小组探讨，分析给出的问题。</p>	<p>巩固所学知识，培养学生的发散思维和应用能力，鼓励他们将来能为科技进步和社会发展做出贡献。</p>
<p>课后作业</p>	<p>撰写实验报告，包括原理、数据、图像、误差分析与结论。</p> <p>查阅资料，比较不同材料的弹性模量及其在工程中的应用差异。</p>		
<p>评价反馈</p>			

霍尔效应实验教学设计

物理教研室 缪宇

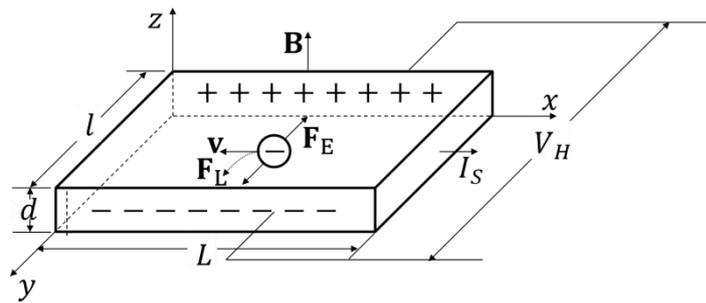
课程名称	大学物理实验	授课时长	2 学时（90 分钟）
授课任务名称	霍尔效应		
教学设计理念	<p>本课程设计以 OBE（Outcomes-Based Education，成果导向教育）理念为核心，紧密结合学生的个体差异和学习需求，通过分层教学策略，确保每位学生都能在实验课程中实现个性化发展。课程设计注重从学生的实际出发，将教学目标、内容和评价紧密联系，形成一个有机的整体，以促进学生在知识、技能和态度等方面的全面进步。</p> <p>在教学过程中，我们特别强调学生的主动参与和实践能力的培养。通过将实验教学内容分为基础层和提高层，我们旨在为不同水平的学生提供适合其发展的学习路径。基础层注重对基本概念和操作的掌握，为学生打下坚实的基础；提高层则更侧重于深化理解、拓展应用和创新能力的培养，鼓励学生进行自主探索和创新实践。</p> <p>此外，本课程还融入了思政教育元素，通过实际案例引导学生树立正确的价值观和职业精神，培养学生的科学素养和社会责任感。通过这种综合的教学设计，学生不仅能够掌握专业知识和技能，还能培养出严谨求实的科学态度和勇于探索的创新精神，为未来的职业生涯和个人发展奠定坚实的基础。</p>		
内容分析	<p>本实验是大学物理实验中的经典项目之一，涉及霍尔效应的基本原理、实验操作以及数据处理。实验内容兼具基础理论性与工程应用性，能够很好地体现物理学原理在工程技术中的实际应用。</p>		
学情分析	<p>在开展霍尔效应实验教学之前，通过对学生前 7 个实验项目的完成情况以及日常课堂表现的综合评估，将学生划分为基础层和提高层两个不同层次，以便更好地实施针对性教学。</p> <p>（一）基础层学生</p> <p>知识基础：学生已经初步掌握了大学物理的基本概念和原理，但对于霍尔效应这一较为复杂的物理现象，还缺乏深入的理解和系统的认识，难以将其与实际应用相联系。</p> <p>能力水平：在实验操作方面，基础层学生对实验仪器的使用还不够熟练，操作流程不够规范，容易出现一些基本的操作失误。在数据处理</p>		

	<p>上，他们对实验数据的分析和处理能力较弱，往往只能进行简单的数据记录和计算，难以对数据进行深入的分析 and 误差评估。</p> <p>学习态度：这部分学生对物理实验学习有一定的兴趣和积极性，但由于自身基础相对薄弱，在面对一些复杂的实验任务时，容易产生畏难情绪，缺乏自信心，需要教师给予更多的鼓励和指导。</p> <p>（二）提高层学生</p> <p>知识基础：提高层学生对霍尔效应的基本原理有较为清晰的认识，能够初步理解载流子在磁场中的运动规律以及霍尔电压的产生机制，并且能够将其与一些简单的实际应用相联系，具备一定的理论应用能力。</p> <p>能力水平：在实验操作方面，提高层学生能够熟练掌握实验仪器的使用方法，操作规范，能够独立完成实验操作流程，并且能够对实验过程中出现的一些常见问题进行及时处理。在数据处理上，他们具备一定的数据分析能力，能够运用逐差法等基本方法对实验数据进行处理，并且能够对实验误差进行初步的分析和评估。</p> <p>学习态度：这部分学生具有较强的学习自主性，对霍尔效应实验的学习兴趣浓厚，对知识的拓展和应用有较高的兴趣，能够主动探索和创新，愿意尝试一些更具挑战性的实验任务，以进一步提升自己的能力和水平。</p>
<p>教学目标</p>	<p>（一）基础层教学目标</p> <p>知识目标：理解霍尔效应的基本原理，掌握霍尔电压产生的条件和基本概念。</p> <p>能力目标：能够正确使用实验仪器（如双线圈装置、霍尔元件等）进行基本的霍尔电压测量。掌握简单的数据记录和处理方法，能够对实验数据进行初步分析。能够根据实验数据计算霍尔灵敏度，并与理论值进行比较。</p> <p>态度目标：通过实验操作和数据分析，培养学生的动手能力和科学探究精神，增强学生对物理实验的兴趣和自信心。</p> <p>（二）提高层教学目标</p> <p>知识目标：深入理解霍尔效应的物理机制，包括载流子在磁场中的运动规律及其与电场、磁场的相互作用。熟练掌握霍尔电压公式及其物理意义，理解霍尔灵敏度与材料参数之间的关系。了解霍尔效应在实际工程中的应用，如磁场测量、电流传感器等。</p> <p>能力目标：能够独立设计实验方案，验证霍尔电压与磁场强度、工作电流之间的定量关系。能够对实验数据进行深入分析，绘制霍尔电压</p>

	<p>与磁场强度、工作电流的关系曲线，并进行曲线拟合。能够识别实验中的误差来源，并提出合理的误差减小方法，提高实验精度。具备一定的创新思维，能够对实验结果进行拓展和应用，设计简单的霍尔效应应用实例。</p> <p>态度目标：培养学生严谨求实的科学态度和勇于探索的创新精神，鼓励学生在实验中发现问题、解决问题，提高学生的自主学习能力和团队协作能力。</p> <p>(三) 思政目标（基础层和提高层）</p> <p>通过实验教学，培养学生的科学素养和社会责任感，引导学生树立正确的价值观和职业精神。在实验过程中，强调实验数据的真实性和准确性，培养学生的诚信意识和严谨的科学态度。同时，通过介绍霍尔效应在现代科技中的应用，激发学生的民族自豪感和爱国情怀，鼓励学生为国家的科技进步和社会发展贡献力量。</p>								
<p>教学重难点</p>	<p>(一) 基础层</p> <p>重点：霍尔效应的基本原理及霍尔电压的测量方法。实验仪器的正确使用及基本操作规范，数据记录和处理方法。</p> <p>难点：理解霍尔电压产生的物理机制。实验数据的准确记录和初步分析。</p> <p>(二) 提高层</p> <p>重点：霍尔效应的物理机制及霍尔灵敏度的物理意义。验证霍尔电压与磁场强度、工作电流之间的定量关系。实验误差的识别与减小方法。</p> <p>难点：载流子运动方向与电场、磁场方向的关系分析。霍尔灵敏度与材料参数的关联。实验数据的深入分析与曲线拟合。</p>								
<p>教学方法与教学手段</p>	<p>教学方法：讲授法与多媒体辅助教学，直观展示帮助学生理解；互动式教学，通过课堂互动，激发学生的学习兴趣 and 主动性；实验探究法，通过引导让学生自主探究，培养学生解决问题能力。</p> <p>教学手段：传统教学工具（板书）与多媒体教学相结合。</p>								
<p>教学资源</p>	<p>多媒体课件、动态图片、实验器材（双线圈装置、霍尔元件、移动尺等）。</p>								
<p>新课导入</p>	<p> 教学内容</p> <p>通过生活实例引入霍尔效应的概念。</p> <table border="1" data-bbox="371 1877 1383 2027"> <tr> <td data-bbox="371 1877 890 1966">教师活动</td> <td data-bbox="890 1877 1114 1966">学生活动</td> <td data-bbox="1114 1877 1383 1966">教学手段及设计意图</td> </tr> <tr> <td data-bbox="371 1966 890 2027">情境创设：</td> <td data-bbox="890 1966 1114 2027">观察动态图片</td> <td data-bbox="1114 1966 1383 2027">动态素材展</td> </tr> </table>			教师活动	学生活动	教学手段及设计意图	情境创设：	观察动态图片	动态素材展
教师活动	学生活动	教学手段及设计意图							
情境创设：	观察动态图片	动态素材展							

	<p>展示导航系统中霍尔元件作为传感器对方向的判断，提出问题：“霍尔元件是如何实现方向判断的？”引出霍尔效应在现代科技中的重要作用。强调传感器精度对科技发展的影响，引导学生思考“工匠精神”与“科技强国”。</p>  	<p>并讨论，尝试分析现象的物理原理。</p>	<p>示，激发学生兴趣。</p> <p>设计意图：创设情境，通过生活实例引导学生关注霍尔效应，鼓励学生面对未知勇于探索，培养学生的问题意识。</p>
<p>讲授新课 + 实验演示</p>	<p>教学内容</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 霍尔效应的物理机制。 2. 霍尔电压公式及其物理意义。 3. 实验内容与步骤。 		
	<p>教师活动</p>	<p>学生活动、教学手段及设计意图</p>	
	<p>➤ 实验目的：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 学习霍尔效应的基本原理。 2. 观察并分析霍尔电压与磁场强度、工作电流之间的关系。 3. 掌握霍尔电压的测量方法。 4. 学会基本的数据记录和处理方法。 <p>➤ 实验仪器介绍：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 详细介绍双线圈装置及其他实验仪器的功能和使用方法。 2. 强调仪器使用注意事项，如调节旋钮和转换开关要轻，霍尔元件工作电流不得超过额定值等。 <p>➤ 实验原理介绍：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过多媒体动画展示载流子在磁场中受洛伦兹力偏转的过程，解释电荷在导体侧面积累的原因。 2. 详细推导霍尔电压公式，结合公式解释霍尔灵敏 	<p>学生活动：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 跟随教师思路，参与讨论。 2. 跟随教师分析过程，弹性模量概念与测量原理。 3. 动手自主完成实验。 <p>教学手段：</p>	

度的定义及其物理意义。



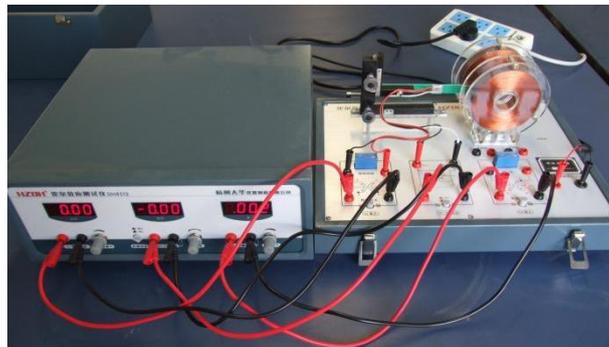
➤ 实验内容与步骤:

基础层:

1. 仪器的安装与调节, 掌握基本操作要领。
2. 利用实验仪器测量霍尔电压, 并记录数据。
3. 计算霍尔灵敏度, 并与理论值进行比较。

提高层:

1. 仪器的安装与调节, 掌握基本操作要领。
2. 通过实验验证霍尔电压与磁场强度、工作电流之间的定量关系。
3. 分析实验误差来源, 并提出合理的误差减小方法。
4. 绘制霍尔电压与磁场强度、工作电流的关系曲线, 并进行曲线拟合。



➤ 数据与分析:

基础层: 记录实验数据, 计算霍尔灵敏度, 并与理论值进行比较。

提高层: 记录实验数据, 绘制霍尔电压与磁场强度、工作电流的关系曲线。分析实验误差来源, 并提出合理的误差减小方法。

➤ 学生自主实验:

学生按照课前的分组, 两人分工完成实验内容并记

1. 板书与 PPT 演示结合, 边讲解边演示, 增强学生的兴趣。

2. 使用多媒体课件辅助讲解, 有助于学生加深理解。

3. 通过实验仪器的操作演示, 让学生明确各个实验仪器的原理和使用要领。

设计意图:

1. 通过讲授和实验演示, 加深学生的理解。

2. 通过直观的教学手段和互动, 培养学生解决问题的意识。

3. 学生自主完成实验并分析实验误差, 培养学生

	<p>录实验数据。在实验过程中有不明确或不确定的部分及时举手示意，老师现场指导。实验数据测量完之后，老师对数据进行检查，对正确的实验数据进行盖章。若出现错误数据，应让学生思考并重新测量。</p> <p>➤ 整理实验仪器：</p> <p>要求学生实验仪器进行检查并整理，填写实验记录登记簿，老师检查后方可离开。</p>	<p>的团队协作能力、动手操作能力和处理实验数据能力。</p>
<p>思考与分析</p>	<p>教学内容</p>	
	<p>教师活动</p>	<p>学生活动</p>
	<p>基础层：在实验中，如何确保测量的霍尔电压数据的准确性？请提出至少两种具体的改进措施。</p> <p>提高层：在实验中，如果霍尔元件的灵敏度发生变化，可能由哪些因素引起？请分析并提出相应的解决方案。</p> <p>引导学生分组讨论上述问题，鼓励学生积极思考并分享自己的观点和见解。</p>	<p>学生分组讨论，分析问题。每组推选代表进行总结发言，分享本组的讨论结果。</p>
<p>课后作业</p>	<p>撰写实验报告，包括实验目的、实验原理、实验步骤、数据记录、数据分析及结论。</p> <p>查阅资料，选择一种霍尔效应在现代科技中的应用（如磁场测量、电流传感器或位置检测等），分析其工作原理、优势、局限性以及未来的发展趋势。</p>	
<p>评价反馈</p>		

双臂电桥测低值电阻的教学设计

物理教研室 刘宇强

课程名称	大学物理实验	授课时长	2 学时（90 分钟）
授课任务名称	双臂电桥测量低值电阻		
教学设计理念	基于 OBE 教育理念，针对学生前期物理基础、实验操作能力的差异性，将实验教学分为基础层和提高层两个层级，实现因材施教。通过“目标分层-内容分层-评价分层”的递进式设计，确保所有学生都能在原有基础上获得提升。		
内容分析	本实验是大学物理实验中的经典项目之一，也是一种工业生产中常见的精确测量电阻的方法。实验内容兼具基础理论性与工程应用性，能够很好地体现物理学原理在工程技术中的实际应用。		
学情分析	<p>根据学生前 7 个实验项目的完成情况，将学生分成基础层和提高层。</p> <p>（一）基础层学生</p> <p>知识基础：已掌握大学物理的基本概念，但缺乏深入应用能力。</p> <p>能力水平：实验操作能力较弱，仪器使用不够熟练，数据处理能力有待提高。</p> <p>学习态度：学习积极性较高，但缺乏自信心，需要更多的指导和鼓励。</p> <p>（二）提高层学生</p> <p>知识基础：对平衡法测量电阻的原理有较好的理解，能够初步应用相关知识解决问题。</p> <p>能力水平：实验操作熟练，具备一定的数据分析和问题解决能力。</p> <p>学习态度：学习自主性强，对知识的拓展和应用有较高的兴趣，能够主动探索和创新。</p>		
教学目标	<p>（一）基础层教学目标</p> <p>知识目标：理解双臂电桥消除接触电阻的原理，掌握低值电阻测量的核心公式</p> <p>能力目标：规范连接电路、螺旋测微仪操作、数据分析。</p> <p>（二）提高层教学目标</p> <p>能力目标：从“如何减小测量误差”以及“如何验证平衡法测量在实际应用中的优劣”问题出发，能够自行设计实验方案。</p>		

	思政目标（基础层和提高层）： 培养严谨求实、勇于探索的科学态度，包括详细的实验数据记录、精确的数据处理与误差分析等。		
教学重难点	重点： 使用平衡法测电阻以及测量导体电阻率。 难点： 连接电路、调节电桥平衡、测量铜导线直径及长度。		
教学方法与教学手段	教学方法： 讲授法与多媒体辅助教学，直观展示帮助学生理解。 互动式教学，通过课堂互动，激发学生的学习兴趣和主动性。 实验探究法： 通过引导让学生自主探究，培养学生解决问题能力。 教学手段： 传统教学工具（板书）与多媒体教学相结合。		
教学资源	多媒体课件、动态图片资料、实验器材。		
新课导入	 教学内容 通过生活实例引入弹性模量的概念。		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图
	情境创设： 展示我国超级计算机的研制过程。 强调测量电阻的精度对工程质量的影响，引导学生思考“工匠精神”与“科技强国”。	尝试分析现象的物理原理。	教学手段： 动态素材展示，激发学生兴趣。 设计意图：鼓励学生面对未知勇于探索，培养学生的问题意识。
讲授新课+实验演示	 教学内容 1. 正确连接桥式电路。 2. 调节电桥平衡，读出电阻值。 3. 测量铜导线直径及长度。		
	教师活动	学生活动、教学手段及设计意图	
	教学内容： 1. 正确连接桥式电路。 2. 调节电桥平衡，读出电阻值。 3. 测量铜导线直径及长度。 教学设计： 一、检查预习报告（3分钟） 对照分组名单点名，下到学生座位检查实验预习	学生活动： 1. 跟随教师思路，参与讨论。 2. 跟随教师分析过程，了	

<p>讲授新课+ 实验演示</p>	<p>报告并盖章。</p> <p>二、新课引入（2分钟）</p> <p>紧接惠斯通电桥实验，说明惠斯通电桥的局限性，为何要引入双臂电桥测量低值电阻，引出本次实验的目的。</p> <p>三、新课教学（35分钟）</p> <p>（一）实验目的（2分钟）</p> <p>基础部分：掌握双臂电桥测量电阻的原理以及方法。</p> <p>创新部分：鼓励学有余力的同学自行设计实验验证可行性问题，培养学生创新能力。</p> <p>思政融入点：从实验目的引申到个人学习、发展和人生目标以及国家发展目标，使学生树立正确的人生观。</p> <p>（二）实验仪器（10分钟）</p> <p>介绍箱式电阻的使用以及读数方法，介绍多量程检流计的使用以及读数方法，以及仪器的注意事项。</p> <p>（三）实验原理（8分钟）</p> <p>为同学们详细讲解本实验的理论基础，包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 平衡法测电阻原理，四端引线法的原理。 2. 导体的电阻率公式。 <p>提出问题：如何验证双臂电桥比单臂电桥更适合低电阻的测量？</p> <p>引发学生思考，提升课堂活跃度。</p> <p>（四）实验内容与步骤（10分钟）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 正确连接双臂电桥电路。 2. 调节电桥平衡，测量电阻。 3. 测量铜导线的直径及长度。 4. 对于学有余力的同学，鼓励学生探索双臂电桥在低电阻测量问题上的优越性，以及探索不同仪器参数对测量精度的影响。 <p>（五）数据处理（3分钟）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 对同一电阻多次测量值取平均值。 2. 根据导体电阻率公式测量出室温下铜的电阻率。 <p>（六）注意事项（1分钟）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 检流计中严禁长时间通过大电流。 	<p>解低值电阻原理。</p> <p>3. 动手自主完成实验。</p> <p>教学手段：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 板书与PPT演示结合，边讲解边演示，增强学生的兴趣。 2. 使用多媒体课件辅助讲解，有助于学生加深理解。 <p>3. 通过实验仪器的操作演示，让学生明确各个实验仪器的原理和使用要领。</p> <p>设计意图：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过讲授和实验演示，加深学生的理解。 2. 通过直观
-----------------------	---	---

<p>讲授新课+ 实验演示</p>	<p>2. 注意用电安全。 (七) 思考题与作业布置 (1 分钟)</p> <p>四、学生实验 (60 分钟)</p> <p>OBE 理念强调以学生为中心, 从学生能够收获什么出发。然而每个学生的基础和学习能力不尽相同, 固定的教学内容必然无法满足让所有学生都有所收获的要求。所以对于学有余力的同学, 我们会提供更多的实验仪器, 供其探索前面提出的问题, 以及不同的仪器参数对测量精确度的影响。并鼓励这部分同学将所得到的结果与其他同学分享讨论。这样的差异化教学内容既可以保证所有同学都能完成最基础的实验任务, 又可以培养学生的创新能力。</p> <p>在此期间, 教师要做到:</p> <p>1. 实验过程中, 指导解决学生实验中出现的突发情况, 随时注意学生的实验操作过程, 检查每个学生的实验数据记录情况。</p> <p>2. 实验结束后, 仪器归位, 检查仪器使用记录本, 检查原始数据并盖章, 结束实验。</p>	<p>的教学手段和互动, 培养学生解决问题的意识。</p> <p>3. 学生自主完成实验并分析实验误差, 培养学生的团队协作能力、动手操作能力和处理实验数据能力。</p>	
<p>思考与分析</p>	<p>教学内容</p>		
	<p>教师活动</p>	<p>学生活动</p>	<p>教学手段及设计意图</p>
<p>课后作业</p>	<p>撰写实验报告, 包括原理、数据、图像、误差分析与结论。 查阅资料, 比较不同测量电阻方法及其在工程中的应用差异。</p>		
<p>评价反馈</p>			

铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线实验教学设计

物理教研室 毛生红

课程名称	大学物理实验	授课时长	2 学时（90 分钟）
授课任务名称	铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线		
教学设计理念	以“以学生为中心”的教学理念为核心，结合 OBE(Outcomes-Based Education) 理念，根据学生的知识基础和能力水平进行分层教学。将实验教学分为基础层和提高层两个层级，实现因材施教。通过“目标分层-内容分层-评价分层”的递进式设计，确保所有学生都能在原有基础上获得提升。		
内容分析	本实验是大学物理实验中的一个重要项目，主要涉及电磁学中的铁磁材料磁化规律。通过测绘铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线，学生能够深入理解铁磁材料的磁化特性，掌握一种经典的物理测量方法，并且通过实验操作和数据分析处理，培养学生科学探究能力、实验操作能力和团队协作能力。		
学情分析	<p>根据学生的学习情况，将学生分成基础层和提高层。</p> <p>（一）基础层学生</p> <p>知识基础：已掌握大学物理的基本概念，对电磁学有一定了解，但对铁磁材料的磁化规律缺乏深入认识。</p> <p>能力水平：实验操作能力较弱，仪器使用不够熟练，数据处理能力有待提高。</p> <p>学习态度：学习积极性较高，但缺乏自信心，需要老师更多的指导和鼓励。</p> <p>（二）提高层学生</p> <p>知识基础：对铁磁材料的磁化规律有较好的理论基础，能够初步理解磁滞回线和基本磁化曲线的概念。</p> <p>能力水平：实验操作熟练，具备一定的数据分析和问题解决能力。</p> <p>学习态度：学习自主性强，对知识的拓展和应用有较高的兴趣，能够主动探索和创新。</p>		
教学目标	<p>（一）基础层教学目标</p> <p>知识目标：了解铁磁材料的磁化规律，理解磁滞回线和基本磁化曲线的基本概念。</p>		

	<p>能力目标：能够正确使用实验仪器，完成铁磁材料磁滞回线和基本磁化曲线的测绘，掌握简单的数据处理方法。</p> <p>(二) 提高层教学目标</p> <p>知识目标：深入理解铁磁材料的磁化规律，掌握磁滞回线和基本磁化曲线的测绘原理，理解矫顽力、剩磁、饱和磁场强度和饱和磁感应强度等物理量的含义。</p> <p>能力目标：能够独立完成实验操作，准确测绘铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线，对实验数据进行深入分析，并验证不同铁磁材料的特性。</p> <p>思政目标（基础层和提高层）：培养严谨求实、勇于探索的科学态度，包括详细的实验数据记录、精确的数据处理与误差分析等。</p>		
教学重难点	<p>重点：铁磁材料磁滞回线和基本磁化曲线的测绘原理。</p> <p>难点：对实验数据的准确处理和分析，以及如何根据磁滞回线判断铁磁材料的种类和特性。</p>		
教学方法与教学手段	<p>教学方法：讲授法与多媒体辅助教学，直观展示帮助学生理解。</p> <p>互动式教学，通过课堂互动，激发学生的学习兴趣 and 主动性。</p> <p>实验探究法：通过引导让学生自主探究，培养学生解决问题的能力。</p> <p>教学手段：板书与多媒体教学相结合。利用 PPT 演示实验原理、操作步骤和数据处理方法，通过视频展示实验仪器的操作过程。</p>		
教学资源	<p>多媒体课件：用于讲解铁磁材料的磁化规律、磁滞回线和基本磁化曲线的原理，以及实验操作步骤和数据处理方法。</p> <p>动态图片资料：展示铁磁材料在不同磁场强度下的磁滞回线和基本磁化曲线的变化过程，帮助学生更直观地理解实验现象。</p> <p>实验器材：DH4516 型磁滞回线试验仪、YB4330 双踪示波器、软磁材料样品、硬磁材料样品、导线、连接线等，用于学生进行实际的实验操作。</p>		
新课导入	<p>教学内容 通过生活实例引入铁磁材料的概念。</p>		
	教师活动	学生活动	教学手段及设计意图

情境创设:



展示一些常见的铁磁材料制品，如磁铁、变压器铁芯等，提问学生是否了解这些材料在磁场中的行为，



引出铁磁材料的磁化现象。然后通过 PPT 展示一些生活中的实例，如电磁起重机、磁性存储设备等，说明铁磁材料的磁化规律在这些设备中的重要应用，从而引出本节课的主题——铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线。

引导学生关注工程实际问题，了解自己的专业与实际工程的紧密联系。让学生认识到所学知识对于工程建设和科技发展的重要性，激发学生对专业学习的积极性和热爱，为未来从事相关工作奠定良好的思想基础，同时也培养学生对工程实际的兴趣和责任感，树立正确的工程观念和职业意识。

教学手段：多媒体演示

设计意图：通过实物展示和生活实例，激发学生的学习兴趣，让学生对铁磁材料的磁化规律有一个初步的认识，为后续实验原理的理解奠定基础。

观察教师展示的铁磁材料制品和生活实例，思考铁磁材料在磁场中的行为，对即将学习的内容产生兴趣。

教学内容

1.观察软磁材料（或矩磁材料）的磁滞回线。

讲授新课+ 实验演示	2.测绘硬磁材料的基本磁化曲线、磁滞回线和 $\mu \sim H$ 关系曲线。	
	3.测绘硬磁材料的动态磁滞回线。	
	教师活动	学生活动、教学手段及设计意图
	<p>1.实验目的</p> <p>(1) 了解铁磁材料的磁化规律；</p> <p>(2) 掌握铁磁材料的基本磁化曲线、磁滞回线和 $\mu \sim H$ 关系曲线的测绘；</p> <p>(3) 掌握测定铁磁材料的矫顽力、剩磁、饱和磁场强度和饱和磁感应强度的方法；</p> <p>(4) 掌握微机法测量铁磁材料的磁滞回线，并学会判断铁磁材料的种类（提高层）。</p> <p>2.实验仪器介绍</p> <p>介绍本次实验所使用的 DH4516 型磁滞回线试验仪和 YB4330 双踪示波器，以及软磁材料样品、硬磁材料样品等实验器材。讲解试验仪的各个部件的功能和操作方法，如励磁绕组匝数的设置、励磁电流取样电阻的作用、积分电阻和积分电容的调整等。同时，介绍示波器的使用方法，包括通道输入方式的选择、灵敏度的调节、光迹曲线的观察等。</p> <p>3.实验原理介绍</p> <p>(1) 铁磁材料的磁化规律：通过 PPT 演示和板书相结合的方式，向学生详细讲解铁磁材料在磁化过程中的特点，即磁感应强度 B 与磁场强度 H 的非线性关系，以及磁滞现象的产生原因。结合生活中的实例，如铁磁材料在交变磁场中的能量损耗等，让学生更直观地理解铁磁材料的磁化规律。</p> <p>(2) 磁化曲线和磁滞回线：详细讲解磁滞回线的形成过程，包括起始磁化曲线、退磁曲线、反向磁化曲线等各个阶段的特点。解释矫顽力、剩磁、饱和磁场强度和饱和磁感应强度等物理量的含义，并说明如何通过磁滞回线来确定这些物理量的值。同时，介绍基本磁化曲线和关系曲线的概念，以及</p>	<p style="text-align: center;">学生活动：</p> <p>1.跟随教师思路，参与讨论。</p> <p>2.在教师讲解实验目的、仪器和原理时，认真听讲，积极思考，做好笔记，确保理解每个知识点。</p> <p>3.在教师演示实验步骤时，仔细观察教师的操作手法和步骤细节，注意记录操作要点和注意事项，为后续的自主实验做好准备。</p> <p>4.动手自主完成实验。</p> <p style="text-align: center;">教学手段：</p> <p>1. 板书与 PPT 演示结合：通过板书清晰地展示实验原理的公式</p>

<p>讲授新课+ 实验演示</p>	<p>它们与磁滞回线之间的关系。</p> <p>(3) 磁滞回线和基本磁化曲线的测量原理： 结合实验线路图，讲解如何利用 DH4516 型磁滞回线试验仪和 YB4330 双踪示波器来测量铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线。具体讲解如何通过测量励磁绕组的电流和电压来计算磁场强度 H，以及如何通过测量积分电路的输出电压来计算磁感应强度 B。同时，介绍如何通过示波器的定标来确定磁场强度和磁感应强度的数值。</p> $H = \frac{N_1 D_x}{L R_1} \cdot x, B = \frac{R_2 C_2 D_y}{N_2 S} \cdot y, \mu = \frac{B}{H}$ <p>4.实验内容与步骤</p> <p>(12) 观察软磁材料（或矩磁材料）的磁滞回线。</p> <p>(13) 测绘硬磁材料的基本磁化曲线、磁滞回线和关系曲线。</p> <p>(14) 测绘硬磁材料的动态磁滞回线。</p> <p>(4)使用微机型磁滞回线试验仪测绘软磁材料的动态磁滞回线。</p> <p>基础层学生做 1-3；提高层学生做 1-4。</p> <p>在实验室中，教师亲自演示实验操作过程。首先，按照实验线路图连接实验仪器，将软磁材料样品接入电路，并进行退磁操作。然后，调节示波器的 X 轴和 Y 轴灵敏度，使显示屏上出现清晰的磁滞回线。在演示过程中，教师详细讲解每个步骤的操作要点和注意事项，如如何正确连接导线，如何调节示波器的灵敏度，如何避免图形顶部出现编织状的小环等。接着，教师演示如何记录磁滞回线上的关键点坐标，如顶点坐标和与坐标轴的交点坐标等。之后，教师将硬磁材料样品接入电路，重复上述步骤，演示如何测绘硬磁材料的基本磁化曲线、磁滞回线和关系曲线，并记录相应的数据。最后，教师讲解如何对数据进行处理，包括如何计算磁场强度</p>	<p>推导和重点内容，同时利用 PPT 演示动态图片和实验过程动画，增强学生对实验原理和操作过程的理解。</p> <p>2.实验仪器操作演示：让学生直观地看到实验仪器的操作过程和方法，提高学生的实验操作技能和实践能力。</p> <p>设计意图：</p> <p>1.通过讲授和实验演示，加深学生对铁磁材料磁滞回线和基本磁化曲线原理的理解，让学生熟悉实验仪器的操作方法和实验步骤，为学生的自主实验奠定基础。2.通过与生活实例的结合，拓宽学生的知识面，培养学生的类比思维和综合分析能力。</p>
-----------------------	---	---

	<p>和磁感应强度的数值，如何绘制基本磁化曲线和关系曲线，以及如何根据磁滞回线求出矫顽力、剩磁、饱和磁场强度和饱和磁感应强度等物理量的值。</p> <p>5.数据与分析</p> <p>基础层：</p> <p>(1)分别计算待测物体转动惯量的理论值和实验值，并进行比较。</p> <p>提高层：</p> <p>(1) 计算 J_0 和 K 的不确定度；</p> <p>(2)分别计算待测物体转动惯量的理论值和实验值，并进行比较；</p> <p>(3)计算不同距离两滑块的转动惯量的理论值和实验值，验证转动惯量平行轴定理。</p> <p>6.学生自主实验</p> <p>学生按照课前的分组，两人一组，分工合作完成实验内容。在实验过程中，学生需要严格按照实验步骤进行操作，仔细观察示波器上显示的磁滞回线和基本磁化曲线的变化过程，记录关键点的坐标数据。对于基础层学生，重点完成软磁材料和硬磁材料磁滞回线的测绘，并记录矫顽力、剩磁等物理量的值；对于提高层学生，除了完成上述任务外，还需要进一步测绘基本磁化曲线和关系曲线，并对不同铁磁材料的特性进行比较和分析。在实验过程中，学生若遇到不明确或不确定的部分，应及时举手向老师提问，寻求帮助和指导。</p> <p>在学生分组进行实验时，教师巡视各小组的实验进展情况，及时发现学生在实验操作中存在的问题并给予指导和纠正。例如，检查学生是否正确连接实验仪器，是否正确进行退磁操作，是否能够准确记录磁滞回线上的关键点坐标等。同时，教师还要解答学生在实验过程中提出的各种问题，引导学生思考实验中出现的现象和问题，培养学生的科学思维能力和解决问题的能力。此外，教师还要对学生的实验数据进行检查，确保数据的准确性和可靠</p>	<p>3.通过学生自主实验，培养学生的动手操作能力、团队协作能力和实验数据处理能力。同时，教师的现场指导和及时反馈，有助于学生及时纠正错误操作，提高实验技能和科学素养。</p>
--	--	--

	性，对正确的实验数据进行盖章确认，若出现错误数据，应让学生思考原因并重新测量。	
	<p>7.整理实验仪器</p> <p>要求学生对实验仪器进行检查并整理，填写实验记录登记簿，老师检查后方可离开。</p>	
	教学内容	
	教师活动	学生活动
思考与分析	<p>思考与分析</p> <p>1. 如何通过磁滞回线判断铁磁材料的种类和使用范围？（基础层）</p> <p>2. 如何减小实验中的磁滞损耗对测量结果的影响？（提高层）</p> <p>教师活动：组织学生进行小组讨论，针对上述问题引导学生思考和分析。在讨论过程中，教师可以适时地提供一些提示和启发，帮助学生梳理思路，加深对实验原理和方法的理解。同时，鼓励学生积极发表自己的观点和见解，培养学生的发散思维 and 创新能力。</p>	<p>学生积极参与小组讨论，运用所学的物理知识和实验技能，对实验中的各种现象和问题进行深入思考和探讨，提高自己的分析问题和解决问题的能力。</p>
		<p>通过小组讨论和问题分析，巩固学生对所学知识的理解和掌握，培养学生的发散思维和应用能力，鼓励学生将所学知识应用到实际问题中，为今后的学习和工作打下坚实的基础。鼓励学生将来能为科技进步和社会发展做出贡献。</p>
课后作业	<p>撰写实验报告，包括原理、数据、图像、误差分析与结论。</p> <p>查阅资料，了解不同铁磁材料在实际工程中的应用，并撰写一篇小论文，分析其应用优势和局限性。</p>	
评价反馈		