

《大学物理》教学大纲

课程编号：084105

课程名称：大学物理

学时/学分：176/11

先修课程：高等数学

适用专业：电子、机电、数学、化工、生物、园林等。

开课系或教研室：物理系大学物理教研室

一、课程性质与任务

1. 课程性质：基础课

2. 课程任务：

本课程被分为三部分，其中大学物理（一）包括力学和热学部分，总 64 课时，大学物理（二）包括电磁学部分总 64 课时，大学物理（三）包括波动光学和近代物理基础部分，总 48 课时。通过本门课程的教学，使学生系统地掌握必要的物理基础知识，对课程中的基本概念、基本理论、基本方法能够有较全面和系统的认识与正确理解，认识一些物理学基本原理在现代科学技术中应用的方法；能用物理知识定性、定量地分析一些基本和理想的物理现象和模型，能用基本的物理知识进行初步的演绎和推理；了解一些物理学发展的历史及科学家的科学精神和态度，了解科学发展的曲折性和艰巨性；初步培养学生科学的思想方法和研究问题的方法，培养学生的创新和探索精神；培养学生科学的自然观、宇宙观和辩证唯物主义世界观。

二、课程教学基本要求

基本要求：

1. 使学生较全面系统地获得自然界各种基本运动形式及其规律的知识。
2. 培养学生的科学思想和研究方法，使学生在科学实验、逻辑思维和解决问题的能力等方面都得到基本而系统的训练。
3. 使学生掌握用高等数学工具解决物理问题的方法。
4. 使学生了解物理学的研究方法，培养学生分析问题和解决问题的能力和学生的辩证唯物主义世界观。

考核形式：

课程根据本大纲要求命题，采用闭卷方式统一考试，重点考核基本概念，基本知识，以及运用理论知识分析具体电磁学问题的能力。

各教学环节占总分的比例：平时成绩及作业：10%，期中考试：20%，期末考试：70%。

三、课程教学内容

力学部分

(一) 质点运动学 (8 学时)

1. 参考系
2. 质点的位移和速度
3. 加速度
4. 匀加速运动
5. 抛体运动
6. 圆周运动
7. 相对运动

目的与要求:

学习矢量方法引入的四个基本物理量，圆周运动的加速度推导。掌握位置矢量、位移矢量、瞬时速度和瞬时加速度等概念。掌握瞬时速度和瞬时加速度在各种坐标系中的分量表示。理解圆周运动的加速度推导及计算。初步掌握利用位移矢量和微积分思想来描述质点的运动。

(二) 牛顿运动定律 (6 学时)

1. 牛顿运动定律
2. SI 单位制与量纲
3. 常见的几种力
4. 基本的自然力
5. 应用牛顿定律解题
6. 惯性系与非惯性系
7. 科里奥利力和潮汐

目的与要求:

牛顿定律的应用；力学单位制与量纲；惯性力；动量定理及守恒律。学会用牛顿第二定律求解力学问题；了解牛顿运动定律成立的条件和适用范围。力学中三种常见的力。质点、质点系的动量定理及守恒律。

(三) 动量和角动量 (8 学时)

1. 冲量与动量定理
2. 质点系的动量定理
3. 动量守恒定律
4. 火箭飞行原理
5. 质心
6. 质心运动定理
7. 质点的角动量定理
8. 角动量守恒定律

目的与要求:

动量定理及守恒定律，质心运动定理，角动量定理及守恒定律。质心与角动量的概念。

掌握质心、角动量、力矩的概念。会用动量定理及守恒定律处理力学问题。学会用质心运动定理处理力学问题。学会用角动量定理及守恒定律处理力学问题。

(四) 功和能 (8 学时)

1. 功
2. 动能定理
3. 势能
4. 引力势能
5. 由势能求保守力
6. 机械能守恒定律
7. 守恒定律的意义
8. 碰撞
9. 两体问题
10. 流体的稳定流动
11. 伯努利方程

目的与要求:

动能定理；功能原理和机械能守恒定律。保守力、球的非对心碰撞。掌握能量的概念。学会用能量与功能原理处理力学问题。学会用动能定理及功能原理处理碰撞问题。学会用机械能守恒定律解决问题。

(五) 刚体的转动 (4 学时)

1. 刚体转动的描述
2. 转动定律
3. 转动惯量的计算
4. 转动定律的应用
5. 角动量守恒
6. 转动中的功和能
7. 近动

目的与要求:

刚体定轴转动、转动定律、对定轴的角动量守恒定律。掌握刚体运动学和动力学的基本规律。重点掌握刚体的定轴转动问题。掌握刚体对定轴的角动量守恒定律。

(六) 狹义相对论基础 (10 学时)

1. 牛顿相对性原理和伽利略变换
2. 爱因斯坦相对性原理和光速不变
3. 同时性的相对性和时间延缓
4. 长度收缩
5. 洛伦兹变换

6. 相对论速度变换
7. 相对论质量
8. 相对论动能
9. 相对论能量
10. 动量和能量的关系

目的与要求:

相对论的基本假设、速度变换、质速关系和质能关系，洛伦兹变换。了解狭义相对论的历史背景。掌握相对论的基本假设。掌握同时的相对性、运动杆长度缩短、运动时钟时间膨胀的相对论时空观。掌握洛伦兹变换。了解相对论的速度变换概念。掌握相对论的质速关系、相对论的质能关系。理解动量能量关系。

热学部分

(一) 温度 (2 学时)

1. 宏观与微观
2. 温度的概念
3. 理想气体温标
4. 理想气体状态方程

目的与要求:

平衡态、温度、温标、理想气体状态方程、理想气体微观描述。掌握热学的两种描述方法。理解热力学平衡态、状态参量的概念，明确热力学平衡是一种动态平衡。掌握理想气体状态方程及其推导过程，并能熟练应用它解决有关问题。理解温度的概念，掌握几种不同的温标和它们之间的换算关系。理解物质的微观模型。

(二) 气体动理论 (8 学时)

1. 理想气体的压强
2. 温度的微观意义
3. 能量均分定理
4. 麦克斯韦速率分布
5. 麦克斯韦速率分布律的实验验证
6. 实际气体等温线
7. 气体分子的平均自由程

目的与要求:

麦克斯韦速率分布律 能量均分定理 平均自由程。理解理想气体的微观模型；掌握理想气体的压强公式及其统计意义；掌握理想气体平均平动动能的公式，理解温度的统计意义。掌握分子间作用力势能与真实气体物态方程。了解概率论的基本知识。明确速率分布函数的定义式；能正确表述麦克斯韦速率分布率的内容，记住麦克斯韦速率分布函数的具体形式；理解麦克斯韦速率分布曲线；曲线下总面积的物理意义；速率间隔为 dv 的一条狭长条面积的

物理意义；掌握最可几速率、平均速率和方均根速率的计算公式及其物理意义。掌握自由度的概念，并能判定所给具体气体分子的自由度数；掌握能量按自由度均分定理，明确该定律的适用范围，并能应用该定理计算理想气体的内能及热容。了解平均碰撞频率、平均自由程及分子有效直径的概念；掌握这两个量的计算。

（三）热力学第一定律（4 学时）

1. 准静态过程
2. 功
3. 热量 热力学第一定律
4. 热容
5. 绝热过程
6. 循环过程
7. 致冷循环

目的与要求：

理解准静态过程、可逆与不可逆过程的含义。确切理解功和热量的区别和联系，明确功和热量都是过程量；掌握准静态过程中功的计算方法。掌握热力学第一定律的内容并理解其实质。掌握气体的定容和定压摩尔热容量的定义及其应用；掌握迈耶公式及物理意义，比热容比（即绝热指数） γ 值。能熟练地应用热力学第一定律去计算理想气体等容过程、等压过程、等温过程及绝热过程中功、热量和内能的变化。掌握循环过程和卡诺循环的定义。熟练掌握以理想气体为工作物质作准静态循环的热机效率及制冷系数的计算方法、卡诺循环的效率及逆向卡诺循环的制冷系数的计算方法。

（四）热力学第二定律（6 学时）

1. 自然过程的方向
2. 不可逆性的相互依存
3. 热力学第二定律的表述及其微观意义
4. 热力学概率与自然过程的方向
5. 玻耳兹曼熵公式与熵增加原理
6. 可逆过程
7. 克劳修斯熵公式
8. 熵增加原理举例

目的与要求：

掌握热力学第二定律的开尔文表述和克劳修斯表述以及这两种表述的等效性。理解卡诺定理的内容及意义。掌握熵与熵增加原理。掌握克劳修斯熵公式与玻耳兹曼熵公式的内容及其应用。了解热力学概率与自然过程的方向。理解可逆过程的含义。

电磁学部分

（一）静止电荷的电场（10 学时）

1. 电荷
2. 库仑定律与叠加原理
3. 电场和电场强度
4. 静止的点电荷的电场及其叠加
5. 电场线和电通量
6. 高斯定律
7. 利用高斯定律求静电场得分布

目的与要求:

明确电荷是物质的一种属性，阐明电荷的量子性及电荷守恒定律。掌握库伦定律的矢量表达形式，明确点电荷模型概念和库伦定律适用条件。牢固掌握电场强度矢量概念和其基本计算方法。理解高斯定理的物理意义，并结合实例加深理解；应用高斯定理求场强的特定条件。理解高斯定理所表达的静电场的特性。

(二) 电势 (8 学时)

1. 静电场的保守性
2. 电势差和电势
3. 电势叠加原理
4. 电势梯度
5. 电荷在外电场中的静电势能
6. 静电场的能量

目的与要求:

牢固掌握电势差和电势的意义及计算方法。理解静电场的环路定理所表达的静电场的特性。理解电场强度和电势的微分关系。

(三) 静电场中的导体 (6 学时)

1. 导体的静电平衡条件
2. 静电平衡的导体上的电荷分布
3. 有导体存在时静电场的分析与计算
4. 静电屏蔽

目的与要求:

了解导体达到平衡的基本条件。明确由静电平衡导出的导体的几点基本性质。掌握封闭导体壳内、外场场强的分布情况。理解静电屏蔽问题。

(四) 静电场中的电介质 (8 学时)

1. 电介质对电场的影响
2. 电介质的极化
3. D 的高斯定律
4. 电容器和它的电容

5. 电容器的能量

目的与要求:

了解极化的微观机制，掌握极化强度矢量 M 的物理意义。掌握束缚电荷的概念及束缚电荷面密度与极化强度矢量的关系，了解有介质存在时场的讨论方法。掌握电位移矢量 D 的意义，重点掌握 M 、 D 、 E 的联系和区别。重点掌握介质中的高斯定理计算场强。理解电场作为物质存在的一种形态，具有能量。

(五) 恒定电流 (8 学时)

1. 电流和电流密度
2. 恒定电流与恒定电场
3. 欧姆定律和电阻
4. 电动势
5. 有电动势的电路
6. 电流的一种经典微观图像

目的与要求:

理解恒定电场概念及与静电场的异同。了解欧姆定律及焦耳定律的内容。了解非静电力的物理意义。重点分析基尔霍夫定律的两个方程组，要求学生会用基尔霍夫方程组解复杂电路问题。

(六) 磁力 (4 学时)

1. 磁力与电荷的运动
2. 磁场与磁感应强度
3. 带电粒子在磁场中的运动
4. 霍尔效应
5. 载流导线在磁场中受的力

目的与要求:

理解磁感应强度的概念。掌握洛伦兹力公式，掌握带电粒子在均匀磁场中运动的规律。了解霍尔效应及相关内容。掌握载流线圈在均匀磁场中的力矩。

(七) 磁场的源 (6 学时)

1. 毕奥—萨伐尔定律
2. 安培环路定理
3. 利用安培环路定理求磁场的分布
4. 与变化电场相联系的磁场
5. 平行电流间的相互作用力

目的与要求:

掌握用毕奥—萨伐尔定律求解已知电流分布求场强分布的方法。掌握安培环路定理的内容及用以计算磁场分布。理解磁场中的高斯定律。理解位移电流的概念。

(八) 磁场中的磁介质 (6 学时)

1. 磁介质对磁场的影响
2. 原子的磁矩
3. 磁介质的磁化
4. H 矢量及其环路定理
5. 铁磁质
6. 简单磁路

目的与要求:

掌握磁介质磁化的本质，及磁介质方程。理解顺磁性和抗磁性产生的微观机制。掌握磁化强度 M 的意义，重点掌握 M 、 H 、 B 的联系和区别。重点掌握介质中的安培环路定理计算场强。理解并掌握铁磁质的磁化性能。理解磁路并会对简单磁路问题计算分析。

(九) 电磁感应 (6 学时)

1. 法拉第电磁感应定律
2. 动生电动势
3. 感生电动势和感生电场
4. 互感
5. 自感
6. 磁场的能量

目的与要求:

理解考虑楞次定律的法拉第电磁感应定律的意义。明确产生动生电动势的非静电力是洛伦兹力，掌握动生电动势的计算方法。掌握感生电场这一重要概念，明确它与静电场的区别。掌握自感现象及互感现象。了解自感线圈和互感线圈的磁能。

(十) 麦克斯韦方程组和电磁波 (2 学时)

1. 麦克斯韦方程组
2. 电磁波

目的与要求:

掌握麦克斯韦方程组。各方程的物理意义

波动光学部分

(一) 振动 (6 学时)

1. 简谐运动的描述
2. 旋转矢量与振动的相
3. 简谐运动的动力学方程
4. 简谐运动实例
5. 简谐运动的能量
6. 阻尼振动

7. 受迫振动 共振
8. 同一直线上同频率的简谐运动的合成
9. 同一直线上不同频率的简谐运动的合成

目的与要求: 理解简谐振动的意义及其表达式。掌握简谐振动的动力学方程。了解阻尼振动及阻尼振动的分类。理解受迫振动以及共振的意义。掌握简谐振动合成的方法。

(二) 波动 (6 学时)

1. 行波
2. 简谐波
3. 物体的弹性形变
4. 波动方程和波速
5. 波的能量
6. 惠更斯原理与波的反射和折射
7. 波的叠加 驻波
8. 声波
9. 多普勒效应

目的与要求:

了解行波、简谐波以及波函数的意义。了解物体形变得三种形式及对应的公式。掌握波动方程的形式。掌握波的能量的计算。理解惠更斯原理。掌握波的叠加的方法，重点掌握驻波的意义以及半波损失的概念。理解多普勒效应以及几个实际的例子。

(三) 光的干涉 (6 学时)

1. 杨氏双缝干涉
2. 相干光
3. 光程
4. 薄膜干涉 (一) —等厚干涉
5. 薄膜干涉 (二) —等倾干涉
6. 麦克尔孙干涉仪

目的与要求:

了解光源发光的物理机制，理解波列与相干长度的基本概念。掌握光波的叠加与相干条件，了解干涉条纹的可见度，理解获得相干光源的两种基本方法—分振幅法与分波阵面法。掌握杨氏双缝(孔)干涉、等厚干涉，理解等倾干涉。理解干涉现象的应用—牛顿环。

(四) 光的衍射 (4 学时)

1. 光的衍射和惠更斯—菲涅耳原理
2. 单缝的夫琅禾费衍射
3. 光学仪器的分辨本领
4. 光栅衍射

5. 光栅光谱

6. X 射线衍射

目的与要求:

理解惠更斯—菲涅尔原理，了解什么是菲涅尔衍射与夫琅和费衍射。掌握夫琅和费单缝衍射的理论与光强分布公式，理解夫琅和费圆孔衍射—埃里班，掌握光学仪器的分辨本领—瑞利判据。掌握平面衍射光栅的光栅方程，谱线半角宽度与缺级现象。了解光栅光谱与光栅的制备方法，理解平面衍射光栅的分辨本领。了解人眼和助视仪器的分辨本领，理解 X 射线晶体衍射的布喇格公式。

(五) 光的偏振 (4 学时)

1. 光的偏振状态
2. 线偏振光的获得和检验
3. 反射和折射时光的偏振
4. 双折射现象

目的与要求:

理解自然光与偏振光，几种偏振光的联系与区别，理解单轴晶体的双折射现象，了解晶体中波面的传播情况和折射率椭球。理解反射与折射中的偏振现象，掌握布儒斯特定律与马吕斯定律。掌握偏振光的实验检验方法，理解偏振光的干涉方法及其应用。

量子物理基础部分

(一) 波粒二象性 (4 学时)

1. 黑体辐射
2. 光电效应
3. 光的二相性 光子
4. 康普顿效应
5. 粒子的波动性
6. 概率波和概率幅
7. 不确定关系

目的与要求:

了解热辐射及黑体的概念，了解黑体单色辐出度与波长的关系。了解普朗克量子假设的内容和意义。理解光电效应和康普顿效应及爱因斯坦光电子理论对这两个理论的解析。掌握爱因斯坦光电效应方程及康普顿公式，理解光的波粒二相性。理解德布罗意假设，理解实物粒子的波粒二象性及波粒二象性的基本公式。了解波函数的概念及其统计意义，理解不确定关系及其物理意义，会应用不确定关系估算某些物理量。

(二) 薛定谔方程 (4 学时)

1. 薛定谔方程得出的波动方程
2. 无限深方势阱中的粒子

3. 势垒穿透

4. 谐振子

目的与要求:

了解定态薛定谔方程及其波函数解一般应满足的条件。理解一维无限深势井中粒子的波函数及能量特征和粒子分布特征。理解势垒穿透的概念。掌握谐振子的薛定谔方程形式及其解。

(三) 原子中的电子 (6 学时)

1. 氢原子

2. 电子的自旋和自旋轨道耦合

3. 各种原子核外电子的排布

4. 激光

目的与要求:

理解玻尔假设内容，掌握氢原子玻尔理论。理解电子的自旋以及自旋轨道耦合，掌握泡利不相容原理，了解核外电子的排布规律。掌握激光的发光机理。

(四) 固体中的电子 (6 学时)

1. 自由电子按能量的分布

2. 金属导电的量子论解释

3. 能带、导体和绝缘体

4. 半导体

5. PN 结

6. 半导体器件

目的与要求:

理解自由电子的排布规律。了解金属导电的量子论解释，了解固体能带结构的特点，了解导体、绝缘体、半导体的分类依据，了解半导体的分类以及半导体和半导体器件的应用。

(五) 核物理 (6 学时)

1. 核的一般性质

2. 核力

3. 核的结合能

4. 放射性和衰变定律

5. α 衰变

6. β 衰变

7. 核反应

目的与要求:

了解原子核的基础知识，了解核力以及核力的基本性质。理解核的结合能，掌握质量亏损公式。了解放射性衰变的原因及辐射出的射线。了解核反应以及核反应遵循的规律。

四、学时分配表

章序	内容	课时	备注
力学:			
第1章	质点运动学	8	
第2章	牛顿运动定律	6	
第3章	动量和动量	8	
第4章	功和能	8	
第5章	刚体的定轴转动	4	
第6章	狭义相对论	10	
热学:			
第1章	温度	2	
第2章	气体动理论	8	
第3章	热力学第一定律	4	
第4章	热力学第二定律	6	
电磁学:			
第1章	静止电荷的电场	10	
第2章	电势	8	
第3章	静电场中的导体	6	
第4章	静电场中的电介质	8	
第5章	恒定电流	8	
第6章	磁力	4	
第7章	磁场的源	6	
第8章	磁场中的磁介质	6	
第9章	电磁感应	6	
第10章	麦克斯韦方程组和电磁辐射	2	
光学:			
第1章	振动	6	
第2章	波动	6	
第3章	光的干涉	6	
第4章	光的衍射	4	
第5章	光的偏振	4	
量子物理:			
第1章	波粒二象性	4	
第2章	薛定谔方程	4	
第3章	原子中的电子	6	
第4章	固体中的电子	6	
第5章	核物理	6	

五、教材及参考书

教材：

《物理学教程》

主编：马文蔚等

出版社：高等教育出版社 出版或修订时间：2002

参考书：

1. 《大学物理学》

主编：张三慧等

出版社：清华大学出版社 出版时间：2000

2. 《普通物理学》（第五版）

主编：程守洙 江之永

出版社：高等教育出版社 出版时间：2002