

# 《电磁学》课程教学大纲

## 一、课程基本信息

英文名称	电磁学	课程代码	PHYS1003
课程性质	大类基础课	授课对象	物理学专业
学 分	4	学 时	72
主讲教师	孙华 陈亚红	修订日期	2021年9月
指定教材	赵凯华, 陈熙谋 《电磁学》, 高等教育出版社, 第四版, 2018年		

## 二、课程目标

### (一) 总体目标:

知识目标: 牢固掌握电磁学的基本概念、基本定律、基本现象和基本数据, 明确电磁学在物理学整体框架中的地位, 了解电磁学知识在现代科学技术中的重要应用; 能力目标: 通过分析和解决电磁学的基本问题, 培养严密的逻辑思维与数学技巧的应用能力, 为后续电动力学和其他专业课程的学习提供坚实基础。素质目标: 掌握辩证唯物主义基本原理, 建立正确的世界观和方法论, 培养严谨求实的科学精神, 激励勇于创新的奋斗情怀。

### (二) 课程目标:

#### 课程目标 1:

了解经典电磁学发展史中带来重大突破的一系列物理实验及基本概念的形成过程与相互联系, 理解从电磁学实验定律到电磁场方程的建立过程, 了解电磁技术的现代应用与前沿发展, 掌握辩证唯物主义基本原理, 建立科学的世界观和方法论。

#### 课程目标 2:

熟练掌握电磁学的基本概念、基本定律、基本现象和基本数据, 熟练掌握电磁场方程的多种数学形式及相互联系, 熟练掌握解决典型电磁学问题的基本技巧。

#### 课程目标 3:

联系实际, 拓展视野, 深入思考, 培养严密的逻辑思维与数学技巧的应用能力, 为今后包括电动力学、固体物理、磁性物理、电路技术等专业课程的学习打下扎实的基础。

### (三) 课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

表 1: 课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表

课程目标	对应课程内容	对应毕业要求
课程目标 1	第一章到第八章	毕业要求 3: 了解物理学前沿和发展动态, 新技术中的物理思想, 熟悉物理学新发现、新理论、新技术对社会的影响。
课程目标 2	第一章到第五章, 第八章	毕业要求 2: 掌握数学、物理相关的基础知识、基本物理实验方法和实验技能, 具有运用物理学理论和方法解决问题、解释或理解物理规律。
课程目标 3	第六章, 第七章, 第八章	毕业要求 7: 具有课题调研、设计、数据处理和学术交流能力。毕业要求 8: 具有自主学习和终身学习意识和社会适应能力。

## 三、教学内容

### 第一章 静电场

#### 1. 教学目标

本章是整个《电磁学》的开始篇, 学好这部分内容对整个电磁学的学习具有重要的意义。应启发同学多研究、多练习、多总结, 以使学生掌握研究场的基本方法。本章包含电荷的相互作用、电荷激发静电场的规律及静电场的性质等三部分内容, 通过教学使学生牢固掌握电场强度和电势的多种计算方法, 同时配套介绍和应用矢量微积分的形式, 这些工具对后面的学习有着重要的应用。

#### 2. 教学重难点

本章重点是电场强度矢量和电位两个概念, 静电场的两个方程, 本章难点是梯度的概念和对电场对称性的分析。

#### 3. 教学内容

### 3.1 静电现象

教学要点：两种电荷及其检验，物质的电结构，电荷守恒定律

### 3.2 库仑定律

教学要点：库仑定律及其矢量形式、静电力的叠加原理

### 3.3 电场强度

教学要点：电场、电场强度矢量、电场的叠加原理、电场线及性质

### 3.4 高斯定理

教学要点：电通量、高斯定理、应用高斯定理计算场强

### 3.5 静电力的功 电势

教学要点：静电场的环路定理、电势 电势差、电势的叠加原理和电势计算、等势面及性质、电势和场强的关系

### 3.6 带电体系的静电能

教学要点：点电荷体系的静电能公式、带电体的自能计算

## 4. 教学方法

课堂讲授、双向讨论、演示实验

## 5. 教学评价

随堂练习、例题讲解、课后习题

## 第二章 静电场中的导体和电介质

### 1. 教学目标

本章主要包括四个方面内容：静电平衡中导体上的性质、电容器，电介质的极化、磁场的能量。注意培养学生应用静电知识分析，处理生活、生产中的有关问题的能力。掌握对场和介质相互作用过程的定性分析。明确引入电位移矢量的D的意义，掌握E、P、D的联系和区别。明确电场作为物质存在的一种形态而具有能量。了解静电场的边界条件和唯一性定理

### 2. 教学重难点

本章的重点是静电平衡、导体的电容、静电场能、电介质中的高斯定理。难点包括理解静电场的矢量场特征与物理性质之间的关联，掌握电介质静电极化的微观图像与宏观图像，分辨静电能从电势能及电场能量两种角度描述时物理图像的转换。

### 3. 教学内容

#### 3.1 静电场中的导体

教学要点：导体的静电平衡条件，电荷分布（3）导体壳（壳内无带电体的情形）

#### 3.2 电场中的导体空腔

教学要点：腔内无电荷时导体的性质，腔内有电荷时导体的性质，静电屏蔽，静电场的场图描绘

### 3.3 电容及电容器

教学要点：孤立导体的电容，电容器及电容，电容器的并联与穿凉，电容器的储能（电能）

### 3.4 电荷在电场中的运动

教学要点：运动电荷在均匀电场中的三种运动形式，洛伦兹半径与洛伦兹频率，相关应用

### 3.5 电介质

教学要点：电介质的极化，极化的微观机制，电极化强度矢量  $P$ ，退极化场，电介质的极化规律，极化率，电位移矢量  $D$  和有介质时的高斯定理，材料介电常数

### 2.6 电场的能量和能量密度

教学要点：电场能量密度公式，电场能量的计算

## 4. 教学方法

课堂讲授、双向讨论、演示实验

## 5. 教学评价

随堂练习、例题讲解、课后习题

## 第三章 恒定电流

### 1. 教学目标

本章主要研究不随时间变化的稳恒电流和与之相应的稳恒电场。要求学生了解稳恒电场的概念及静电场的异同，明确稳恒条件数学表达式的物理意义。要求联系中学实际及生产、生活实际，基尔霍夫方程的应用实例进行分析。

### 2. 教学重难点

本章重点为电流密度、电动势的概念电流的连续性方程和欧姆定律，难点是电动势概念。

### 3. 教学内容

#### 3.1、电流的稳恒条件和导电规律

教学要点：电流 电流密度矢量；电流的连续性方程；欧姆定律的微观形式与宏观形式、电阻、电阻率；电功率 焦耳定律，金属导电的经典微观解释

#### 3.2 电源及其电动势

教学要点：电动势的物理本质，电池的历史发明，几种现代电池典型类型；电源的路端电压，闭合电路的电流和输出功率、电路中的能量守恒

### 3.3 简单电路

教学要点：串联和并联电路，相关应用

### 3.4、复杂电路

教学要点：基尔霍夫方程组的物理本质与应用

## 4. 教学方法

课堂讲授、双向讨论、演示实验

## 5. 教学评价

随堂练习、例题讲解、课后习题

## 第四章 稳恒磁场

### 1. 教学目标

本章主要研究电流激发磁场和磁场对电流及运动电荷的作用两部分内容。毕-萨定律和安培定律是本章的两个基本定律。要透彻分析毕-萨定律矢量式的物理意义，并用以计算。磁场中的高斯定理和安培环路定理是本章的两条基本定理，要求学生掌握安培环路定理的内容及用以计算磁场分布的方法。要求学生能运用洛仑兹力公式，掌握带电粒子在均匀磁场中的运动规律。

### 2. 教学重难点

本章重点为恒定磁场的基本计算方法，难点是通过与电场的环路定力对比掌握并熟悉环路定理的物理意义

### 3. 教学内容

#### 3.1 基本磁现象和基本规律

教学要点：磁相互作用，磁场，安培定律，电流强度单位，磁感应强度矢量

#### 3.2 载流回路的磁场

教学要点：毕奥-萨伐尔定律，载流直导线的磁场，载流圆线圈轴线上的磁场，载流螺线管的磁场

#### 3.3 磁场的高斯定理与安培环路定理

教学要点：磁场的高斯定理，安培环路定理的表述及其证明，安培环路定理的应用距离

#### 3.4 磁场对载流导线的作用

教学要点：安培力公式，平行无限长直导线间的相互作用，均匀磁场对平面载流线圈的作用，载流线圈的磁矩，直流电动机的基本原理等安培力应用举例

#### 3.5 带电粒子在磁场中的运动

教学要点：洛仑兹力，洛仑兹力和安培力的关系，带电粒子在均匀磁场中的运动，比荷的测定，洛伦兹力应用举例

#### 4. 教学方法

课堂讲授、双向讨论、演示实验

#### 5. 教学评价

随堂练习、例题讲解、课后习题

## 第五章 电磁感应和暂态过程

### 1. 教学目标

本章介绍电磁感应现象、规律及其应用。简单介绍涡流的热效应，涡流的磁效应，趋肤效应，并明确暂态过程的特点和规律。

### 2. 教学重难点

本章重点为恒定磁场的基本计算方法，难点是涡旋电场概念及 RLC 电路的微分方程建立与求解。

### 3. 教学内容

#### 3.1 电磁感应定律

教学要点：电磁感应现象，法拉第定律，楞次定律，涡电流和电磁阻尼

#### 3.2 动生电动势和感生电动势

教学要点：动生电动势，交流发电机原理，感生电动势，涡旋电场，应用举例

#### 3.3 互感和自感

教学要点：互感系数，自感系数，自感磁能和互感磁能

#### 3.4 暂态过程

教学要点：RL 电路的暂态过程，RC 电路的暂态过程，RLC 串联电路的暂态过程

### 4. 教学方法

课堂讲授、双向讨论、演示实验

### 5. 教学评价

随堂练习、例题讲解、课后习题

## 第六章 磁介质

### 1. 教学目标

本章介绍三种常见的磁介质及相关的磁化现象、磁化性质及简单应用，要求掌握磁化率与磁导率的定义与关系式，把真空中的磁场方程拓展到有磁介质存在时的磁场方程。

## 2. 教学重难点

本章重点为磁介质存在时的磁场高斯定理和环路定理，难点是理解引入磁化强度的意义及掌握磁场方程的介质形式。

## 3. 教学内容

### 3.1 分子电流观点

教学要点：磁介质的磁化，磁化强度矢量，磁化电流，磁场强度，有磁介质存在时的环路定理和高斯定理，

### 3.2 等效磁荷观点

教学要点：磁的库伦定律，退磁场与退磁因子，两种观点的等效性

### 3.3 介质的磁化规律

教学要点：磁化率和磁导率，顺磁质和抗磁质，铁磁质的磁化规律，铁磁质的分类和微观结构

### 3.4 磁路定理 边界条件

教学要点：磁介质的边界条件，磁路定理

## 4. 教学方法

课堂讲授、双向讨论、演示实验

## 5. 教学评价

随堂练习、例题讲解、课后习题

## 第七章 交流电

### 1. 教学目标

本章主要内容为电磁场理论及电磁场的物质性。要求掌握位移电流的概念，明确位移电流与传导电流的异同。熟练掌握麦克斯韦方程组的数学形式及其与相关电磁实验定律的对应关系，了解在自由空间传播的电磁波的普遍特性。

### 2. 教学重难点

本章重点为交麦克斯韦方程组的形式、物理意义及其基本推论。难点为从矢量场论的角度对电磁场的基本公式进行统一的理解。

### 3. 教学内容

#### 3.1 交流电的概述

教学要点：各种形式的交流电，简谐交流电的特征量

#### 3.2 交流电路中的元件

教学要点：交流电中的电阻元件，交流电中的电容元件，交流电中的电感元件

#### 4. 教学方法

课堂讲授、双向讨论、演示实验

#### 5. 教学评价

随堂练习、例题讲解、课后习题

### 第八章 麦克斯韦电磁理论和电磁波

#### 1. 教学目标

本章介绍交流电路的基本概念与主要元件的应用，为电路相关的专业课程提供一定的基础。

#### 2. 教学重难点

本章重点为交流电路的组成元件及特征量，难点为对交流电物理特性的理解。

#### 3. 教学内容

##### 3.1 麦克斯韦电磁理论

教学要点：麦克斯韦理论产生的背景，位移电流，麦克斯韦方程组

##### 3.2 电磁波

教学要点：电磁波的产生和传播，偶极振子发射的电磁波，带电加速运动粒子的电磁辐射，电磁波的性质，光的电磁理论，电磁波波谱

##### 3.3 电磁场的能流密度与动量

教学要点：电磁场的能量原理和能流密度矢量，电磁场的动量，电磁场是物质的一种形态

#### 4. 教学方法

课堂讲授、双向讨论、演示实验

#### 5. 教学评价

随堂练习、例题讲解、课后习题

### 四、学时分配

表 2：各章节的具体内容和学时分配表

章节	章节内容	学时分配
第一章	静电场	16
第二章	静电场中的导体和电介质	12



第三章	恒定电流	8
第四章	恒定磁场	8
第五章	电磁感应和暂态过程	8
第六章	磁介质	4
第七章	交流电	4
第八章	麦克斯韦电磁理论和电磁波	8
补充讲座	学科应用与进展	4

## 五、教学进度

表 3：教学进度表

周次	日期	章节名称	内容提要	授课时数	作业及要求	备注
1	-	绪论, chap1. 1.1- chap.1 .1.4	了解本课程学习目标; 回顾静电学基本概念与规律	4	课后习题, 课堂练习	
2	-	chap1. 1.5, ch ap1.4. 1	掌握静电力的基本定律及静电力做功与电势能计算	4	课后习题, 课堂练习	
3	-	chap1. 2.1- 1.2.4 ; chap1. 4.2- chap1. 4.4	掌握电场与电势的定义及基本计算方法	4	课后习题, 课堂练习	

4		chap2.1	掌握导体静电平衡的基本特征及电场电势计算	4	课后习题, 课堂练习	
5	-	chap2.2	掌握三种典型电容器的电容计算及储能放能特征	4	课后习题, 课堂练习	
6	-	chap1.5 chap2.4	分辨电荷能量与电场能量两大基本概念, 并掌握计算方法	4	课后习题, 课堂练习	
7	-	chap1.3 chap1.4 .5	掌握高斯定理与环路定理的表达形式及典型应用	4	课后习题, 课堂练习	
8	-	chap3.1 chap4.1	掌握描述电流的三个物理量的定义与联系; 掌握欧姆定律的宏观与微观版本; 回顾稳恒磁场的基本现象与概念	4	课后习题, 课堂练习	
9	-	chap4.2 chap4.3 .3	掌握稳恒电流产生磁场的基本计算	4	课后习题, 课堂练习	
10	-	chap4.5 chap4.4 chap5.3 .2,5.3.4	掌握磁场力与磁场力矩的基本公式及应用, 掌握电感器与电感的定义及计算	4	课后习题, 课堂练习	
11	-	chap4.3 .1 chap4.3 .2	理解稳恒磁场的高斯定律与环路定理并与静电场相对比	4	课后习题, 课堂练习	
12	-	chap3.2 .1- 3.2.4, chap5.1.1- 5.1.3	掌握并对比电池电动势与感应电动势两大概念, 并掌握基本计算	4	课后习题, 课堂练习	
13	-	chap5.2 .1, 5.2.2,5. 2.3	理解感应电动势的不同物理起源, 掌握感生电场的计算	4	课后习题, 课堂练习	

14	-	chap8.1	理解位移电流假设，掌握 maxwell 方程组的真空形式及基本应用	4	课后习题，课堂练习	
15	-	chap8.2 , chap8.3	掌握偶极子发射电磁波的基本现象及电磁辐射的基本性质	4	课后习题，课堂练习	
16	-	chap2.3 , chap6.1 , chap8.1 .3	掌握电介质与磁介质的基本性质；掌握极化强度与磁化强度等基本概念；掌握介质中的 maxwell 方程组形式	4	课后习题，课堂练习	
17	-	全课程 回顾与 习题汇 总	能从整体视角掌握电磁场基本现象与基本规律，并理解各实验定律与 maxwell 方程组的紧密联系	4	自我总结	

## 六、教材及参考书目

1. 赵凯华，陈熙谋 《电磁学》，高等教育出版社，第四版，2018 年
2. 梁灿彬，秦光戎，梁竹健，《电磁学》，高等教育出版社，第四版，2018 年
3. Edward M. Purcell, “Electricity and Magnetism”, Berkeley Physics Course (in SI Units), 英文影印版，机械工业出版社，2014 年

## 七、教学方法

1. 课堂讲授，采用 ppt，板书讨论，多媒体演示相结合的方式。
2. 问题讨论。针对具体问题组织课堂讨论，鼓励学生积极参与。
3. 随堂练习。当堂巩固基本公式与基本数据，即使检验教学效果。
4. 在线交流。充分利用在线教学优势，对课堂教学进行有益的补充。

## 八、考核方式及评定方法

### (一) 课程考核与课程目标的对应关系

表 4: 课程考核与课程目标的对应关系表

课程目标	考核要点	考核方式
课程目标 1	相关教学内容	课堂表现, 闭卷考试
课程目标 2	相关教学内容	课堂表现, 闭卷考试
课程目标 3	相关教学内容	课堂表现, 闭卷考试

### (二) 评定方法

#### 1. 评定方法

平时成绩: 20%, 期中考试: 30%, 期末考试 50%

#### 2. 课程目标的考核占比与达成度分析

表 5: 课程目标的考核占比与达成度分析表

考核占比 课程目标	平时	期中	期末	总评达成度
课程目标 1	20%	20%	20%	课程目标 1 达成度= $\{0.2 \times \text{平时目标 1 成绩} + 0.3 \times \text{期中目标 1 成绩} + 0.5 \times \text{期末目标 1 成绩}\} / \text{目标 1 总分}$ 。 课程目标 2 达成度= $\{0.2 \times \text{平时目标 2 成绩} + 0.3 \times \text{期中目标 2 成绩} + 0.5 \times \text{期末目标 2 成绩}\} / \text{目标 2 总分}$ 。 课程目标 3 达成度= $\{0.2 \times \text{平时目标 3 成绩} + 0.3 \times \text{期中目标 3 成绩} + 0.5 \times \text{期末目标 3 成绩}\} / \text{目标 3 总分}$ 。 总评达成度= $0.2 \times \text{课程目标 1 的达成度} + 0.4 \times \text{课程目标 2 的达成度} + 0.4 \times \text{课程目标 3 的达成度}$
课程目标 2	40%	40%	40%	
课程目标 3	40%	40%	40%	

### (三) 评分标准

课程 目标	评分标准				
	90-100	80-89	70-79	60-69	<60
	优	良	中	合格	不合格
	A	B	C	D	F
课程 目标 1	充分了解经典电磁学发展史中带来重大突破的一系列物理实验及基本概念的形成过程与相互联系，透彻理解从电磁学实验定律到电磁场方程的建立过程，充分了解电磁技术的现代应用与前沿发展，熟练掌握辩证唯物主义基本原理，建立科学的世界观和方法论。	了解经典电磁学发展史中带来重大突破的一系列物理实验及基本概念的形成过程与相互联系，理解从电磁学实验定律到电磁场方程的建立过程，了解电磁技术的现代应用与前沿发展，掌握辩证唯物主义基本原理，建立科学的世界观和方法论。	较好了解经典电磁学发展史中带来重大突破的一系列物理实验及基本概念的形成过程与相互联系，较好理解从电磁学实验定律到电磁场方程的建立过程，较好了解电磁技术的现代应用与前沿发展，掌握辩证唯物主义基本原理，建立科学的世界观和方法论。	基本了解经典电磁学发展史中带来重大突破的一系列物理实验及基本概念的形成过程与相互联系，基本理解从电磁学实验定律到电磁场方程的建立过程，基本了解电磁技术的现代应用与前沿发展，在一定程度上掌握辩证唯物主义基本原理，初步建立科学的世界观和方法论。	不了解经典电磁学发展史中带来重大突破的一系列物理实验及基本概念的形成过程与相互联系，不理解从电磁学实验定律到电磁场方程的建立过程，不了解电磁技术的现代应用与前沿发展，尚未掌握辩证唯物主义基本原理，尚未建立科学的世界观和方法论。
课程 目标 2	非常熟练地掌握电磁学的基本概念、基本定律、基本现象和基本数据，非常熟练掌握电磁场方程的多种数学形式及相互联系，非常熟练掌握解决典型电磁学问题的基本技巧。	熟练掌握电磁学的基本概念、基本定律、基本现象和基本数据，熟练掌握电磁场方程的多种数学形式及相互联系，熟练掌握解决典型电磁学问题的基本技巧。	较熟练掌握电磁学的基本概念、基本定律、基本现象和基本数据，较熟练掌握电磁场方程的多种数学形式及相互联系，较熟练掌握解决典型电磁学问题的基本技巧。	初步掌握电磁学的基本概念、基本定律、基本现象和基本数据，初步掌握电磁场方程的多种数学形式及相互联系，初步掌握解决典型电磁学问题的基本技巧。	不能掌握电磁学的基本概念、基本定律、基本现象和基本数据，不能掌握电磁场方程的多种数学形式及相互联系，不能掌握解决典型电磁学问题的基本技巧。