

《电磁场与波 B》课程教学大纲

课程英文名称: Electromagnetic Fields and Waves

课程代码: E0201530 学 时 数 : 48(包括 6 学时实验) 学 分 数: 3

课程类型: 学科基础课

适用学科专业: 电子类专业

先修课程: 高等数学、大学物理

执 笔 者: 王园

编写日期: 2017.3

审 核 人: 吕明

一、课程简介

本课程是一门专业基础课。其任务是在高等数学、大学物理的基础上学习电磁场与波的基本理论和基本分析方法。是学习其它高年级专业课的先修课程, 具有承上启下的作用。

This course is a basic course of Electromagnetism. Its task is learning the basic theory of electromagnetic field and wave and the basic analysis method based on the Advanced mathematics, College physics.

二、课程目标

“电磁场与波”教学是在大学物理(电磁学)的基础上, 着重阐述电磁场的基本概念、原理、规律和基本分析方法, 及其在工程实际中的应用。通过对本课程的学习, 使学生进一步了解电磁场与波理论体系丰富且深刻的内涵和外延, 正确认识电磁规律的本质和相关物理量的内在联系; 掌握解析求解电磁问题的基本方法; 建立认识、分析电磁理论问题和知识应用问题的能力。

Teaching of electromagnetic field and wave is focused on the basic concepts, principles, rules and analysis methods in electromagnetics, as well as their engineering applications, based on the electromagnetism section of physics at the university level. Study of this course enables students:

To further understand the rich, profound connotations and extension in the theoretical system of electromagnetic field and wave; To correctly understand the nature of electromagnetic laws and inherent relationship of the relevant physical quantities; To master the essential method of solving electromagnetic problems; To build the ability of problem recognition, analysis in electromagnetic theory, and knowledge application.

三、课程内容和要求

(一) 教学内容、要求及教学方法

第 1 章 矢量分析 (6 学时)

绪论（1 学时）

1.2 三种常用的正交坐标系（1 学时）

1.2.1 直角坐标系，1.2.2 圆柱坐标系，1.2.3 球坐标系

1.3 标量场的梯度（1 学时）

1.3.1 标量场的等值面，1.3.2 方向导数，1.3.3 梯度

1.4 矢量场的通量与散度（1 学时）

1.4.1 矢量场的矢量线，1.4.2 通量，1.4.3 散度，1.4.4 散度定理

1.5 矢量场的环流与旋度（1 学时）

1.5.1 环流，1.5.2 旋度，1.5.3 斯托克斯定理

1.6 无旋场与无散场、1.7 拉普拉斯运算与格林定理、1.8 亥姆霍兹定理
（1 学时）

1.6.1 无旋场，1.6.2 无散场，1.7.1 拉普拉斯运算。

理解标量场与矢量场的概念，了解标量场的等值面和矢量场的矢量线的概念；直角坐标系、圆柱坐标系和球坐标系是三种常用的坐标系，应熟练掌握；矢量场的散度和旋度、标量场的梯度是矢量分析中最基本的重要概念，应深刻理解，掌握散度、旋度和梯度的计算公式和方法；散度定理和斯托克斯定理是矢量分析中的两个重要定理，应熟练掌握和应用；理解无旋场和无散场的概念，掌握标量位和矢量位的概念；理解亥姆霍兹定理的重要意义。

教学重点与难点：梯度、散度、旋度的物理意义及运算；散度定理和斯托克斯定理的应用；亥姆霍兹定理的理解。

第 2 章 电磁场的基本规律（12 学时）

2.1 电荷守恒定律（2）

2.2 真空中静电场的基本规律（1）

2.3 真空中恒定磁场的基本规律（1）

2.4 媒质的电磁特性（2）

2.5 电磁感应定律和位移电流（2）

2.6 麦克斯韦方程组（2 学时）

2.6.1 麦克斯韦方程组的积分形式，2.6.2 麦克斯韦方程组的微分形式，2.6.3 媒质的本构关系

2.7 电磁场的边界条件（2 学时）

2.7.1 边界条件的一般形式，2.7.2 两种特殊情况下的边界条件。

掌握电磁场基本实验定律与麦克斯韦方程组的关系；了解媒质的电磁特性；掌握电磁场边界条件的形式和应用。

第 3 章 静态电磁场及其边值问题的解（11 学时）

3.1 静电场分析 (2 学时) 3.3 恒定磁场分析 (2 学时) 3.2 导电媒质中的恒定电场分析 (2 学时)

3.4 静态场的边值问题及解的惟一性定理 (1) 3.5 镜像法 (4 学时)

3.5.1 接地导体平面的镜像、3.5.2 导体球面的镜像

掌握静电场的基本方程和边界条件,掌握静电场中的电位函数及其微分方程,掌握电位的边界条件;理解电场能量和能量密度的概念,会计算一些典型场的能量,会计算典型双导体的电容。掌握恒定电场的基本方程和边界条件,了解静电比拟法,会计算典型导体的电阻。理解静电场的惟一性定理及其重要意义。掌握镜像法的基本原理,会用镜像法求解一些典型问题。

第 4 章 时变电磁场 (4 学时)

4.1 波动方程、4.2 电磁场的位函数 (1 学时),

4.3 电磁能量守恒定律 (1 学时)

4.5 时谐电磁场 (2 学时)

掌握电磁场的波动方程,理解动态矢量位和标量位的概念以及其满足的微分方程;坡印廷定理是电磁场的能量转换与守恒定律,应深刻理解其物理意义。坡印廷矢量描述了电磁能量的传输,是电磁场中的一个重要概念,必须深刻理解其物理意义并应用它分析计算电磁能量的传输;惟一性定理是电磁场的重要定理之一,它揭示了电磁场具有惟一确定分布的条件,应很好地理解惟一性定理及其重要意义;掌握正弦电磁场的复数表示方法及其意义,掌握复数形式的麦克斯韦方程和波动方程,掌握有耗媒质特性参数的描述,掌握平均坡印廷矢量。

第 5 章 均匀平面波在无界空间中的传播 (6 学时)

5.1 在理想介质中均匀平面波 (2 学时)

5.2 电场波的极化 (2 学时)

5.3 均匀平面波在导电媒质中的传播 (2 学时)

理解均匀平面波的概念以及研究均匀平面波的重要意义;理解和掌握均匀平面波在无界理想介质中的传播特性;理解和掌握均匀平面波在无界有损耗媒质中的传播特性,理解描述传播特性的参数的物理意义;掌握波的极化的概念以及研究波的极化的重要意义,掌握三种极化方式的条件并能正确判别波的极化状态;了解群速的概念以及群速与相速的关系。

教学重点与难点:理想介质中均匀平面波的参量:频率、波数、波长、波速(相速)、电场磁场的相互关系、媒质的本征阻抗、TEM 波的定义,判断波的传播方向,并归纳其传播特性;沿任意方向传播的均匀平面波的表达式,电场和磁场的相互关系式;通过所给电场表达式判断线极化波和圆极化波(包括左旋和右旋的判断);导电媒质中均匀平面波的参量:等效介电常数(相位常数和衰减常数)、传播常数,色散概念,其传播特性与在理想介质中的传播特性的比较;如何判断良

导体和不良导体，求良导体的趋肤深度。

第6章 均匀平面波的反射和透射（3学时）

6.1 均匀平面波对平面分界的垂直入射（3学时）

对于均匀平面波对理想导体平面对理想介质平面的垂直入射问题，应掌握其分析方法和过程，理解所得结果表征的物理意义。垂直入射中入射波、反射波和透射波的表达式（电场和磁场），如何求反射系数和透射系数，以及驻波系数；

（二）自学内容和要求

1、矢量代数

2、均匀平面波对多层媒质的反射与透射

（三）实践性教学环节和要求

实验教学 6 学时：

① 电磁波感应器的设计与制作（3学时）

内容：设计简易接收天线，并用无源感应灯制作电磁波感应器。

要求：了解电磁波发射和接收过程；理解电磁波能量与距离的关系；了解天线的基本常识。

② 电磁波的极化（3学时）

内容：使用制作的电磁波感应器，测量电磁波的极化形式，并观测研究电磁波极化隔离现象

要求：理解认识电磁波的极化特性，结合应用课程理论知识研究电磁波极化形式的测量方法。

四、考核方式

1、平时作业、课堂测验及课程设计 占 25%

2、半期考试 闭卷 占 15%

3、实验 占 10%

4、期末考试 闭卷 占 50%

五、建议教材及参考资料

（一）教材：

《电磁场与电磁波》（第四版），谢处方、饶克谨编，杨显清、王园、赵家升修订，高等教育出版社，2006年4月

（二）参考资料：

① 《大学物理》（下） 孙云卿 电子工业出版社，2005年8月

② 《电磁场与电磁波（第四版）教学指导书》，杨显清、王园、赵家升编，高等教育出版社，2006年5月

③ 《电磁场理论》，全泽松编，电子科技大学出版社，1995年12月

助学网站：<http://202.115.21.138/jingpin/>