教师备课教案本

(理论课程)

系　　别：电子工程系

课程名称：电磁场与电磁波

教师姓名：刘咏梅

授课时间：2010－2011 学年第一学期

电子科技大学中山学院

教师授课计划*

<table>
<tr><td colspan="2">课程名称</td><td colspan="3">电磁场与电磁波</td><td>学分</td><td>4</td></tr>
<tr><td>课程类型</td><td colspan="6">1、普通教育必修课（ ）； 2、学科基础必修课（√）； 3、专业方向课（ ）；
4、学科基础选修课（ ）； 5、素质教育选修课（ ）； 6、专业选修课（ ）。</td></tr>
<tr><td>学时分配</td><td colspan="4">总学时：64 ；课堂讲授：64 学时； 实践（验）课 学时</td><td>授课起止周</td><td>1-16</td></tr>
<tr><td>授课班级</td><td colspan="2">09 通信 A、B</td><td>班级人数</td><td>54+54</td><td>授课总次数*</td><td>48*2</td></tr>
<tr><td>教材名称</td><td colspan="2">《电磁场与电磁波》（第四版）</td><td>作者</td><td>谢处方 饶克谨</td><td>出版时间</td><td>2006.1</td></tr>
<tr><td>章节</td><td colspan="5">基 本 内 容</td><td>计划学时</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="5">绪论，矢量代数</td><td>2</td></tr>
<tr><td>1.2</td><td colspan="5">三种常用的正交坐标系</td><td>2</td></tr>
<tr><td>1.3,1.4</td><td colspan="5">标量场的梯度，矢量场的通量与散度</td><td>2</td></tr>
<tr><td>1.5,1.6</td><td colspan="5">矢量场的环流与旋度，无旋场与无散场</td><td>2</td></tr>
<tr><td>1,7,1.8</td><td colspan="5">拉普拉斯运算与格林定理，亥姆霍兹定理</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2.1,2.2</td><td colspan="5">电荷守恒定律，真空中静电场的基本规律</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2.4</td><td colspan="5">真空中恒定磁场的基本规律，媒质的电磁特性</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2.5</td><td colspan="5">电磁感应定律和位移电流</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2.6</td><td colspan="5">麦克斯韦方程组</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2.7</td><td colspan="5">电磁场的边界条件</td><td>2</td></tr>
<tr><td>3.1,3.2</td><td colspan="5">静电场分析，导电媒质中的恒定电场分析</td><td>3</td></tr>
<tr><td>3.3,3.4</td><td colspan="5">恒定磁场分析，静态场的边值问题及解的惟一性定理</td><td>3</td></tr>
<tr><td>3.5</td><td colspan="5">镜像法</td><td>3</td></tr>
<tr><td>3.6</td><td colspan="5">分离变量法</td><td>3</td></tr>
<tr><td>4.1,4.2</td><td colspan="5">波动方程，电磁场的位函数</td><td>2</td></tr>
<tr><td>4.3,4.4</td><td colspan="5">电磁能量守恒定律，惟一性定理</td><td>2</td></tr>
<tr><td>4.5</td><td colspan="5">时谐电磁场</td><td>2</td></tr>
<tr><td>5.1</td><td colspan="5">理想介质中的均匀平面波</td><td>3</td></tr>
</table>

5.2	电磁波的极化	3
5.3	均匀平面波在导电煤质中的传播	2
5.4	色散与群速	2
6.1	均匀平面波对分界平面的垂直入射	2
6.2	均匀平面波对多层介质分界平面的垂直入射	1
6.3	均匀平面波对理想介质分界平面的斜入射	3
6.4	均匀平面波对理想导体平面的垂直入射	2
7.1	导行波概念	2
8.1,8.2	滞后位，电偶极子	2
复习	各章相关内容	2
考核要求	1、平时成绩：占总评成绩 40%，包括考勤记录、作业情况、课堂提问与随堂测试等，以作业为主。 2、期末成绩：占总评成绩 60%，方式为闭卷。	

***注：**1、教师首次授课时应将本计划告知学生；2、理论课程教案一般以 2 节课或 3 节课为一个单元编写，“授课总次数”即单元总数。

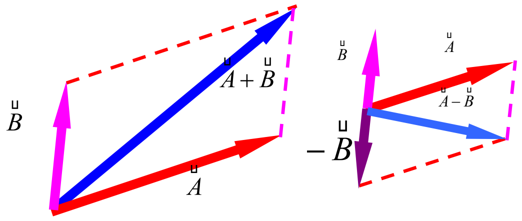
填表日期：20XX 年 02 月 28 日

教案

时间安排	第　1　周　，总第 1 次课
章节名称	绪论　，第 1 章　矢量分析　1.1　矢量代数
教学目的	介绍《电磁场与电磁波》课程特点，矢量运算基础，为学习本课程打下基础。
教学重点与难点	矢量乘法：点积与叉积的运算。
教学内容与过程设计	**一　绪论　（45 分钟）** **1. 课程介绍：(30M,PPT，讲述与讨论)** 1 电磁场与电磁波课程的研究内容 2 电磁场与电磁波在专业学习中的地位和作用 3 基本概念与内容简介 4 课程特点与教学方法 5 考核要求 6 联系方式、答疑时间地点 **2. 学科介绍：(15M,PPT，讲述)** **二、第 1 章　矢量分析　1.1　矢量代数　（45M,PPT 与板书、讲述与讨论）** 1.1.1 标量和矢量　（10M） 标量：一个只用大小描述的物理量。 矢量：一个既有大小又有方向特性的物理量，常用黑体字母或带箭头的字母表示。 矢量的几何表示：一个矢量可用一条有方向的线段来表示 矢量的代数表示：　$\vec{A} = \vec{e}_A A = \vec{e}_A \lvert\vec{A}\rvert$ 矢量的大小或模:　$A = \lvert\vec{A}\rvert$ 矢量的单位矢量：　$\boldsymbol{e}_a = \dfrac{A}{\lvert\boldsymbol{A}\rvert}$ 讨论：单位矢量的意义；单位矢量是否为常矢量。 1.1.2 矢量的加法与减法　（10M） 两矢量的加减在几何上是以这两矢量为邻边的平行四边形的对角线.

教学内容与过程设计

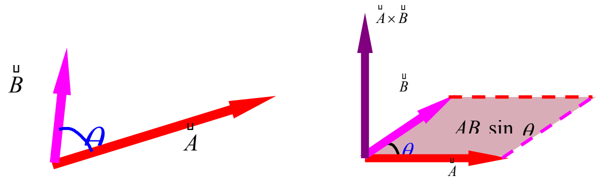
如图所示。



$$\mathbf{A}+\mathbf{B}=\mathbf{B}+\mathbf{A}$$
$$\mathbf{A}-\mathbf{B}=\mathbf{A}+(-\mathbf{B})$$
矢量的加减符合交换律和结合律

$(\mathbf{A}+\mathbf{B})+\mathbf{C}=\mathbf{A}+(\mathbf{B}+\mathbf{C})$ 讨论：讨论矢量加减法是否满足交换律。

1.1.3 矢量的乘法 （20M）



$$\mathbf{A}\cdot\mathbf{B}=AB\ \cos\theta \qquad \mathbf{A}\cdot\mathbf{B}=\mathbf{B}\cdot\mathbf{A}$$
$$\mathbf{A}\times\mathbf{B}=\mathbf{e}_{\mathbf{n}}AB\ \sin\theta \qquad \mathbf{A}\times\mathbf{B}=-\mathbf{B}\times\mathbf{A}$$

点积和叉积都服从分配律
$$\mathbf{A}\cdot(\mathbf{B}+\mathbf{C})=\mathbf{A}\cdot\mathbf{B}+\mathbf{A}\cdot\mathbf{C}$$
$$\mathbf{A}\times(\mathbf{B}+\mathbf{C})=\mathbf{A}\times\mathbf{B}+\mathbf{A}\times\mathbf{C}$$

标量三重积 $\mathbf{A}\cdot(\mathbf{B}\times\mathbf{C})=\mathbf{B}\cdot(\mathbf{C}\times\mathbf{A})=\mathbf{C}\cdot(\mathbf{A}\times\mathbf{B})$

矢量三重积：$\mathbf{A}\times(\mathbf{B}\times\mathbf{C})=\mathbf{B}\cdot(\mathbf{A}\cdot\mathbf{C})-\mathbf{C}\cdot(\mathbf{A}\cdot\mathbf{B})$

讨论：讨论矢量乘法是否满足交换律。

作业题：P30 思考题 1.1， 1.2，1.3，1.4.

教学后记*

<table>
<tr><td>时间安排</td><td>第 1 周 ，总第 2 次课</td></tr>
<tr><td>章节名称</td><td>第 1 章 矢量分析 1.2 三种常用的正交坐标系</td></tr>
<tr><td>教学目的</td><td>引入电磁场分析中三种常用的正交坐标系，是矢量分析的理论基础。</td></tr>
<tr><td>教学重点与难点</td><td>柱坐标系；球坐标系；线元；面元；体积元。</td></tr>
<tr><td>教学内容与过程设计</td><td>

1．内容回顾：(5M,PPT,讲述)

标量场与矢量场中基本概念回顾。

2．理论学习：

1.2 三种常用的正交坐标系

三维空间任意一点的位置可通过三条相互正交曲线的交点来确定。三条正交曲线组成的确定三维空间任意点位置的体系，称为正交曲线坐标系；三条正交曲线称为坐标轴；描述坐标轴的量称为坐标变量。在电磁场与波理论中，三种常用的正交曲线坐标系为：直角坐标系、圆柱坐标系和球坐标系。

1.2.1 直角坐标系（15M，PPT 与板书.讲述与讨论）

矢量表示法：$\mathbf{A} = \mathbf{e}_x A_x + \mathbf{e}_y A_y + \mathbf{e}_z A_z$

$$\mathbf{A}\cdot\mathbf{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

$$\boldsymbol{A}\times\boldsymbol{B} = \begin{vmatrix} \boldsymbol{e}_x & \boldsymbol{e}_y & \boldsymbol{e}_z \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$d\boldsymbol{l} = \boldsymbol{e}_x dx + \boldsymbol{e}_y dy + \boldsymbol{e}_z dz$$

$$d\boldsymbol{S} = \boldsymbol{e}_x dydz + \boldsymbol{e}_y dxdz + \boldsymbol{e}_z dxdy$$

$$dV = dxdydz$$

1.2.2 圆柱坐标系（25M，PPT 与板书,讲述与讨论）

</td></tr>
</table>

教学内容与过程设计

矢量表示法：$\boldsymbol{A}=\boldsymbol{e}_r A_r+\boldsymbol{e}_\phi A_\phi+\boldsymbol{e}_z A_z$

$$d\boldsymbol{l}=\boldsymbol{e}_r dr+\boldsymbol{e}_\phi r d\phi+\boldsymbol{e}_z dz$$

$$d\boldsymbol{S}=\boldsymbol{e}_r r d\phi dz+\boldsymbol{e}_\phi dr dz+\boldsymbol{e}_z r dr d\phi$$

$$dV=r dr d\phi dz$$

1.2.3 球坐标系（30M，PPT 与板书,讲述与讨论）

矢量表示法：$\boldsymbol{A}=\boldsymbol{e}_r A_r+\boldsymbol{e}_\theta A_\theta+\boldsymbol{e}_\phi A_\phi$

$$d\boldsymbol{l}=\boldsymbol{e}_r dr+\boldsymbol{e}_\theta r d\theta+\boldsymbol{e}_\phi r\sin\theta d\phi$$

$$d\boldsymbol{S}=\mathbf{e_r} r^2\sin\theta d\theta d\phi+\mathbf{e_\theta} r\sin\theta dr d\phi+\mathbf{e_\varphi} r dr d\theta$$

$$dV=r^2\sin\theta dr d\theta d\phi$$

三种坐标系之间的关系（PPT,讲述）

柱坐标系与直角坐标系变量间的关系：$\begin{cases}x=r\cos\phi\\ y=r\sin\phi\\ z=z\end{cases}$

球坐标系与直角坐标系变量间的关系：$\begin{cases}x=r\sin\theta\cos\phi\\ y=r\sin\theta\sin\phi\\ z=r\cos\theta\end{cases}$

球坐标系与柱坐标系变量间的关系：$\begin{cases}r=R\sin\theta\\ \phi=\phi\\ z=R\cos\theta\end{cases}$

补充内容：（10M,PPT,讲述）

正交曲线坐标系三个坐标上的单位矢量分别为 e_{u1}、e_{u2}、e_{u3}, 令微分长度为:

$dl_i=h_i du_i$,hi 为坐标变量 u_i 的度量系数，则有：

$$\vec{A}=\vec{e}_{u_1}A_{u_1}+\vec{e}_{u_2}A_{u_2}+\vec{e}_{u_3}A_{u_3}$$

$$d\vec{l}=\vec{e}_{u_1}dl_1+\vec{e}_{u_2}dl_2+\vec{e}_{u_3}dl_3=\vec{e}_{u_1}(h_1du_1)+\vec{e}_{u_2}(h_2du_2)+\vec{e}_{u_3}(h_3du_3)$$

$$\begin{cases}dS_1=dl_2dl_3=h_2h_3du_2du_3\\ dS_2=dl_1dl_3=h_1h_3du_1du_3\\ dS_3=dl_1dl_2=h_1h_2du_1du_2\end{cases}$$

$$dV=dl_1dl_2dl_3=h_1h_2h_3du_1du_2du_3$$

三坐标系的度量系数分别为：

直角坐标系 $\begin{cases}h_1=1\\ h_2=1\\ h_3=1\end{cases}$ 柱坐标系 $\begin{cases}h_1=1\\ h_2=\rho\\ h_3=1\end{cases}$ 球坐标系 $\begin{cases}h_1=1\\ h_2=r\\ h_3=r\sin\theta\end{cases}$

	课堂讨论： 各坐标系单位矢量的特点； 单位矢量是否为常矢量； 各坐标系位置矢量和空间坐标的关系 作业： P30，思考题 1.5，1.6. P31，习题 1.2，1.4，1.8.
教学后记*	

时间安排	**第 2 周，总第 3 次课**
章节名称	第 1 章 矢量分析 1.3 标量场的梯度 1.4 矢量场的通量与散度
教学目的	引入矢量分析中标量梯度、矢量场散度的计算方法。
教学重点与难点	梯度计算；散度定理。
教学内容与过程设计	**1．内容回顾：(5M,PPT,讲述)** 三种常用的正交坐标系基本内容回顾。 **2．理论学习：** 1.3 标量场的梯度（30M，PPT 与板书,讲述与讨论） 1.3.1 标量场的等值面 确定空间区域上的每一点都有确定物理量与之对应，称在该区域上定义了一个场。 意义：形象直观地描述了物理量在空间的分布状态。 等值面方程：$u(x,y,z)=C$ 等值面的特点：常数 C 取一系列不同的值，就得到一系列不同的等值面，形成等值面族；标量场的等值面充满场所在的整个空间；标量场的等值面互不相交。 1.3.2 方向导数 $$\frac{\partial u}{\partial l}=\nabla u\cdot\boldsymbol{e}_l$$ 意义：方向导数表示场沿某方向的空间变化率。 1.3.3 梯度 $$\mathrm{grad}u=\mathbf{e}_x\frac{\partial u}{\partial x}+\mathbf{e}_y\frac{\partial u}{\partial y}+\mathbf{e}_z\frac{\partial u}{\partial z}$$ 意义：描述标量场在某点的最大变化率及其变化最大的方向 讲解梯度在三种坐标系中的表达式。

教学内容与过程设计	梯度的性质：标量场的梯度是矢量场，它在空间某点的方向表示该点场变化最大（增大）的方向，其数值表示变化最大方向上场的空间变化率。标量场在某个方向上的方向导数，是梯度在该方向上的投影。标量场的梯度垂直于通过该点的等值面（或切平面）。 1.4 矢量场的通量与散度（40M，PPT 与板书,讲述与讨论） 1.4.1 矢量场的矢量线 概念：矢量线是这样的曲线，其上每一点的切线方向代表了该点矢量场的方向。 意义：形象直观地描述了矢量场的空间分布状态。 矢量线方程：$\frac{dx}{F_x}=\frac{dy}{F_y}=\frac{dz}{F_z}$ 1.4.2 通量 通量的概念 $$\Psi=\int_S \boldsymbol{A}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{S}$$ 通量的物理意义：矢量场通过闭合曲面通量的三种可能结果。闭合曲面的通量从宏观上建立了矢量场通过闭合曲面的通量与曲面内产生矢量场的源的关系。 1.4.3 散度 为了定量研究场与源之间的关系，需建立场空间任意点（小体积元）的通量源与矢量场（小体积元曲面的通量）的关系。利用极限方法得到这一关系： $$\mathrm{div}\ \boldsymbol{A}=\lim_{\Delta V\to 0}\frac{\oint_S \boldsymbol{A}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{S}}{\Delta V}$$ 称为矢量场的散度。 散度是矢量通过包含该点的任意闭合小曲面的通量与曲面元体积之比的极限。 给出散度在三个坐标系中的表达式。并给出直角坐标系线中的推导过程。 1.4.4 散度定理

从散度的定义出发，可以得到矢量场在空间任意闭合曲面的通量等于该闭合曲面所包含体积中矢量场的散度的体积分

$$\int_V \operatorname{div} \boldsymbol{A} \, \mathrm{d}V = \oint_S \boldsymbol{A} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S}$$

定义：

$$\operatorname{div}\boldsymbol{A} = \nabla \cdot \boldsymbol{A}$$

高斯定理可写为：$\int_V \nabla \cdot \boldsymbol{A} \, \mathrm{d}V = \oint_S \boldsymbol{A} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S}$

散度定理是闭合曲面积分与体积分之间的一个变换关系，在电磁理论中有着广泛的应用。

补充内容：（10M,PPT,讲述）

正交曲面坐标系(u_1, u_2, u_3)中矢量梯度、散度的计算表达式：

$$\nabla \Phi = \frac{\boldsymbol{e}_{u_1}}{h_1}\frac{\partial \Phi}{\partial u_1} + \frac{\boldsymbol{e}_{u_2}}{h_2}\frac{\partial \Phi}{\partial u_2} + \frac{\boldsymbol{e}_{u_3}}{h_3}\frac{\partial \Phi}{\partial u_3}$$

$$\nabla \cdot \boldsymbol{A} = \frac{1}{h_1 h_2 h_3}\left[\frac{\partial}{\partial u_1}\left(h_2 h_3 A_{u_1}\right) + \frac{\partial}{\partial u_2}\left(h_1 h_3 A_{u_2}\right) + \frac{\partial}{\partial u_3}\left(h_1 h_2 A_{u_3}\right)\right]$$

带入各坐标系度量系数 h 值即可计算。

课堂讨论：

哈密顿算符‘▽’在各坐标系中的表达式；
矢量场通量的意义；
散度定理的意义与应用
例 1.3.1:直角坐标系中的▽运算；
例 1.4.1:场强矢量线的表示。

作业题：

P30，思考题 1.7，1.8.
P31，1.11，1.16，1.18.

教学后记*	

时间安排	第 2 周 ，总第 4 次课
章节名称	第 1 章 矢量分析 1.5 矢量场的环流与旋度 1.6 无旋场与无散场
教学目的	引入矢量分析中矢量场环流与旋度的计算方法;说明无旋场与无散场特性。
教学重点与难点	旋度计算；斯托克斯定理。
教学内容与过程设计	1．内容回顾：(5M,PPT,讲述) 标量场的梯度； 矢量场的通量与散度 2．理论学习： 1.5 矢量场的环流与旋度(30M，PPT 与板书,讲述与讨论) 1.5.1 环流 不是所有的矢量场都由通量源激发。存在另一类不同于通量源的矢量源，它所激发的矢量场的力线是闭合的，它对于任何闭合曲面的通量为零。但在场所定义的空间中闭合路径的积分不为零。例如：流速场。 矢量场对于闭合曲线 C 的环流定义为该矢量对闭合曲线 C 的线积分，即 $\Gamma = \oint_C \boldsymbol{F} \cdot d\boldsymbol{l}$ 如果矢量场的任意闭合回路的环流恒为零，称该矢量场为无旋场，又称为保守场。如果矢量场对于任何闭合曲线的环流不为零，称该矢量场为有旋矢量场，能够激发有旋矢量场的源称为旋涡源。电流是磁场的旋涡源。 1.5.2 旋度 矢量场的环流给出了矢量场与积分回路所围曲面内旋涡源宏观联系。为了给出空间任意点矢量场与旋涡源的关系，引入矢量场的旋度。 $$\mathrm{rot}\boldsymbol{A} = \boldsymbol{e}_n \lim_{\Delta S \to 0} \frac{\left[\oint_l \boldsymbol{A} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{l} \right]_{\max}}{\Delta S}$$

教学内容与过程设计	详细讲述旋度的直角坐标系下的表式的推理过程和三个坐标系中的表达式。 1.5.3 斯托克斯定理 从旋度的定义出发，可以得到矢量场沿任意闭合曲线的环流等于矢量场的旋度在该闭合曲线所围的曲面的通量， $$\int_S (\mathrm{rot}\boldsymbol{A})\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S} = \oint_l \boldsymbol{A}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{l}$$ 斯托克斯定理是闭合曲线积分与曲面积分之间的一个变换关系式，也在电磁理论中有广泛的应用。 讲述散度与旋度的区别。 1.6 无旋场与无散场（40M，PPT 与板书,讲述与讨论） 矢量场的源：散度源是标量，产生的矢量场在包围源的封闭面上的通量等于（或正比于）该封闭面内所包围的源的总和，源在一给定点的（体）密度等于（或正比于）矢量场在该点的散度；旋度源是矢量，产生的矢量场具有涡旋性质，穿过一曲面的旋度源等于（或正比于）沿此曲面边界的闭合回路的环量，在给定点上，这种源的（面）密度等于（或正比于）矢量场在该点的旋度。 1.5.1 无旋场 仅有散度源而无旋度源的矢量场，线积分与路径无关，是保守场。 可以用标量场的梯度表示，例如静电场。 $$\nabla \times \boldsymbol{F} \equiv 0$$ $$\nabla \times (\nabla u) \equiv 0$$ 1.5.2 无散场 仅有旋度源而无散度源的矢量场，可以表示为另一个矢量场的旋度，例如恒定磁场。 $$\nabla \cdot \boldsymbol{F} \equiv 0$$ $$\nabla \cdot \left(\nabla \times \boldsymbol{A}\right) \equiv 0$$ 结论：梯度场是无旋场。 结论：旋度场是无散场。 补充内容：（5M，PPT,讲述）

<table>
<tr><td></td><td>
正交曲面坐标系(u_1, u_2, u_3)中矢量旋度的计算表达式：

$$\nabla\times\boldsymbol{A}=\frac{1}{h_1h_2h_3}\begin{vmatrix}\boldsymbol{e}_{u_1}h_1 & \boldsymbol{e}_{u_2}h_2 & \boldsymbol{e}_{u_3}h_3\\ \dfrac{\partial}{\partial u_1} & \dfrac{\partial}{\partial u_2} & \dfrac{\partial}{\partial u_3}\\ h_1A_{u_1} & h_2A_{u_2} & h_3A_{u_3}\end{vmatrix}$$

课堂讨论：

环流的意义；
保守场的判断方法；
斯托克斯定理的意义和应用。
例 1.5.1:求直角坐标系中旋度。

作业题：

P30，思考题 1.9，1.10，1.11.
P32，习题 1.20，1.21，1.25.
</td></tr>
<tr><td>教
学
后
记
*</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>时间安排</td><td>第　3　周 ，总第 5 次课</td></tr>
<tr><td>章节名称</td><td>第 1 章 矢量分析　1.7 拉普拉斯运算与格林定理 1.8 亥姆霍兹定理</td></tr>
<tr><td>教学目的</td><td>引入矢量分析中的重要定理。</td></tr>
<tr><td>教学重点与难点</td><td>亥姆霍兹定理。</td></tr>
<tr><td>教学内容与过程设计</td><td>

1．内容回顾：（10M，PPT,讲述）

标量场的梯度；

矢量场的通量与散度

矢量场的环流与旋度

无旋场与无散场

2．理论学习：

1.7 拉普拉斯运算与格林定理 （30M，PPT 与板书,讲述与讨论）

1.7.1 拉普拉斯运算

$$\nabla\cdot\nabla\Phi=\nabla\cdot\left(\boldsymbol{e}_x\frac{\partial\Phi}{\partial x}+\boldsymbol{e}_y\frac{\partial\Phi}{\partial y}+\boldsymbol{e}_z\frac{\partial\Phi}{\partial z}\right)=\frac{\partial^2\Phi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\Phi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\Phi}{\partial z^2}$$

给出拉普拉斯算符在三个坐标系中的表达公式。

1.7.2 格林定理

$$\int_V(\nabla\Psi\cdot\nabla\Phi+\Psi\nabla^2\Phi)\mathrm{d}V=\oint_S\Psi\frac{\partial\Phi}{\partial n}\mathrm{d}S$$

格林定理说明了区域 V 中的场与边界 S 上的场之间的关系。因此，利用格林定理可以将区域中场的求解问题转变为边界上场的求解问题。此外，格林定理反映了两种标量场之间满足的关系。因此，如果已知其中一种场的分布，即可利用格林定理求解另一种场的分布。格林定理广泛地用于电磁理论。

1.8 亥姆霍兹定理 （40M，PPT 与板书,讲述与讨论）

</td></tr>
</table>

教学内容与过程设计	若矢量场在无限空间中处处单值，且其导数连续有界，源分布在有限区域中，则当矢量场的散度及旋度给定后，该矢量场可表示为 $$\boldsymbol{F}(\boldsymbol{r})=\boldsymbol{F}_l(\boldsymbol{r})+\boldsymbol{F}_s(\boldsymbol{r})$$ 其中 $\boldsymbol{F}_l(\boldsymbol{r})=\nabla u(\boldsymbol{r})$ $\boldsymbol{F}_s(\boldsymbol{r})=\nabla\times\boldsymbol{A}(\boldsymbol{r})$ 该定理表明任一矢量场均可表示为一个无旋场与一个无散场之和。矢量场的散度及旋度特性是研究矢量场的首要问题。 亥姆霍兹定理的意义： $\nabla\cdot\boldsymbol{F}=\nabla\cdot\boldsymbol{F}_l=\rho$ $\nabla\times\boldsymbol{F}=\nabla\times\boldsymbol{F}_s=\boldsymbol{J}$ P与J 代表着形成矢量场F 的两种源。 当源在空间的分布确定时，矢量场本身就唯一地确定了。 分析矢量场时，总是从其散度与旋度入手，得到的散度方程和旋度方程即为矢量场基本方程的微分形式；或者从矢量场沿闭和曲面的通量和沿闭和路径的环流着手，得到矢量场基本方程的积分形式。 **讨论：** 亥姆霍兹定理的意义 散度、旋度、通量、环流与场方程的关系。 **作业题：** P31，思考题 1.12，1.13，1.14. P31，习题，1.27，1.31.
教学后记*	

时间安排	第 3 周，总第 6 次课
章节名称	第 2 章 电磁场的基本规律 2.1 电荷守恒定律 2.2 真空中静电场的基本规律
教学目的	介绍静态场中的基本电磁量与定律，总结真空中静电场的场方程。
教学重点与难点	真空中静电场的计算。
教学内容与过程设计	1. **课程介绍：(10M,PPT,讲述)** 本章内容简介；各节重点；学时分配。 2. **理论学习：** 第 2 章 电磁场的基本规律 2.1 电荷守恒定律 (30M,PPT 与板书,讲述与讨论) 电磁场物理模型中的基本物理量可分为源量和场量两大类。源量为电荷和电流，分别用来描述产生电磁效应的两类场源。电荷是产生电场的源，电流是产生磁场的源。 2.1.1 电荷及电荷密度 理想化实际带电系统的电荷分布形态分为四种形式： 电荷的体密度、面密度、线密度定义 电荷计算： $\rho(r)=\lim\limits_{\Delta V\to 0}\frac{\Delta q}{\Delta V}$ $\qquad q=\int_V \rho(r)\cdot dV$ $\sigma(r)=\lim\limits_{\Delta S\to 0}\frac{\Delta q}{\Delta S}$ $\qquad q=\int_S \rho(r)\cdot dS$ $\rho_l(r)=\lim\limits_{\Delta l\to 0}\frac{\Delta q}{\Delta l}$ $\qquad q=\int_l \rho(r)\cdot dl$ 2.1.2 电流及电流密度 $i(t)=\lim\limits_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{dq}{dt}$ $\qquad J=\lim\limits_{\Delta S\to 0}\frac{\Delta I}{\Delta S}$ $\qquad I=\int_S \boldsymbol{J}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S}$

教学内容与过程设计	2.1.3 电荷守恒定律与电流连续性方程 电荷既不能被创造，也不能被消灭，只能从物体的一部分转移到另一部分，或者从一个物体转移到另一个物体。其数学表达式为电流连续性方程，其积分形式和微分形式如下： $$\oint_S \boldsymbol{J}\cdot d\boldsymbol{S}=-\frac{dq}{dt}=-\frac{d}{dt}\int_v \rho dV,\quad \nabla\cdot\boldsymbol{J}+\frac{\partial\rho}{\partial t}=0$$ 对于恒定电流场 $$\oint_S \boldsymbol{J}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S}=0\quad ,\quad \nabla\cdot\boldsymbol{J}=0$$ 2.2 真空中静电场的基本规律(40M,PPT 与板书,讲述与讨论) 静电场：不随时间变化的电场。 重要特征：对位于电场中的电荷有电场力作用。 2.2.1 库仑定律 电场强度 $$\boldsymbol{F}_{12}=\frac{q_1q_2}{4\pi\varepsilon_0R^2}\boldsymbol{e}_R=\frac{q_1q_2}{4\pi\varepsilon_0R^3}\boldsymbol{R}$$ $$\mathbf{E}=\frac{\mathbf{F}}{q}(\mathrm{V/m})$$ 给出连续电荷分布的电场强度表达式和几种典型电荷分布的电场强度表达式。 2.2.2 静电场的散度与旋度 $$\nabla\cdot\boldsymbol{E}=\frac{\rho}{\varepsilon_0}\quad ,\quad \nabla\times\boldsymbol{E}=0$$ $$\oint_S \boldsymbol{E}\cdot d\boldsymbol{S}=\frac{1}{\varepsilon_0}\int_V \rho dV\quad ,\quad \oint_C \boldsymbol{E}\cdot d\boldsymbol{l}=0$$ 电场的散度表达式表明：空间任意一点电场强度的散度与该点的电荷密度有关；静电场的散度源是静电荷；电荷密度为正，为发散源；电荷密度为负，为汇聚源。其积分形式高斯定理表明静电场是有源场，电力线起始于正电荷，终止于负电荷。 静电场的旋度表达式及其积分形式环路定理表明静电场是无旋场，是保守场，电场力做功与路径无关。 补充：

	在电场分布具有一定对称性的情况下，可以利用高斯定理计算电场强度。 有以下几种对称性的场可用高斯定理求解：球对称分布：包括均匀带电的球面，球体和多层同心球壳等。轴对称分布：如无限长均匀带电的直线，圆柱面，圆柱壳等。无限大平面电荷：如无限大的均匀带电平面、平板等。 **课堂讨论**: 电荷的分布形式与电荷的计算方法； 电磁量电场强度的意义。 静电场、恒定电流场的场方程。 例 2.2.1:计算电偶极子的场强。 例 2.2.2:计算带电圆盘上任意点的场强。 **作业**: P83,思考题 2.1,2.2,2.4.
教学后记*	

时间安排	第 4 周，总第 7 次课
章节名称	第 2 章 电磁场的基本规律 2.3 真空中恒定磁场的基本规律
教学目的	引入电磁场分析中恒定磁场的电磁量及基本定律。
教学重点与难点	安培力定律；毕奥-沙伐定律；磁通连续性原理；安培环路定理 。
教学内容与过程设计	**1. 作业讲评：(30M,PPT,讲述与讨论)** 以作业讲评形式对第 1 章内容进行回顾，对作业中出现问题较多的题目进行讲解。 **2. 内容回顾：(5M,PPT,讲述)** 静电场与恒定电流场中基本概念回顾。 **3. 理论学习：** 2.3 真空中恒定磁场的基本规律 2.3.1 安培力定律 磁感应强度(30M,PPT 与板书,讲述与讨论) $\boldsymbol{F}_{12}=\frac{\mu_0}{4\pi}\oint_{C_2}\oint_{C_1}\frac{I_2 d\boldsymbol{l}_2\times(I_1 d\boldsymbol{l}_1\times\boldsymbol{e}_R)}{R^2}$ 毕奥-沙伐定律（磁感应强度定义）： $d\boldsymbol{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{I_1 d\boldsymbol{l}_1\times\boldsymbol{e}_R}{R_{12}^2}\right)=\frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{I_1 d\boldsymbol{l}_1\times\boldsymbol{R}}{R^3}\right)$ 磁感应强度的计算： 对于线电流： $\boldsymbol{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\oint_C\frac{Id\boldsymbol{l}'\times\boldsymbol{R}}{R^3}$ 对于体电流： $\boldsymbol{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\oint_V\frac{\boldsymbol{J}dV'\times\boldsymbol{R}}{R^3}=\frac{\mu_0}{4\pi}\oint_V\frac{\boldsymbol{J}dV'\times\boldsymbol{e}_R}{R^2}$ 对于面电流: $\boldsymbol{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\oint_S\frac{\boldsymbol{J}_S dS'\times\boldsymbol{R}}{R^3}=\frac{\mu_0}{4\pi}\oint_S\frac{\boldsymbol{J}_S dS'\times\boldsymbol{e}_R}{R^2}$ 2.3.2 恒定磁场的散度与旋度(20M,PPT 与板书,讲述与讨论)

教学内容与过程设计	恒定磁场的散度与磁通连续性原理： $\nabla \cdot \boldsymbol{B} = 0$ $\oint_S \boldsymbol{B} \cdot d\mathbf{S} = \int_v \nabla \cdot \boldsymbol{B} dV = 0$ 磁通连续性原理表明：恒定磁场是无散场，磁感应线是无起点和终点的闭合曲线。 恒定磁场的旋度与安培环路定理 $\nabla \times \boldsymbol{B} = \mu_0 \mathbf{J}$　　$\oint_C \boldsymbol{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I$ 安培环路定理表明：恒定磁场是有旋场，是非保守场、电流是磁场的旋涡源。 **课堂讨论**: 电磁量磁感应强度的意义； 磁场分布与磁感应强度的计算方法； 磁通连续性原理的应用； 安培环路定理的应用 例 2.3.2:计算电流圆环轴线上任意点的磁感应强度。 **作业**: P83,思考题 2.6,2.7. P84,习题 2.2,2.7,2.15,2.16.
教学后记*	

<table>
<tr><td>时间安排</td><td>第 4 周 ，总第 8 次课</td></tr>
<tr><td>章节名称</td><td>第 2 章 电磁场的基本规律 2.4 媒质的电磁特性</td></tr>
<tr><td>教学目的</td><td>引入媒质中静电场、恒定磁场的计算方法。</td></tr>
<tr><td>教学重点与难点</td><td>极化、磁化概念；媒质电磁特性的计算。</td></tr>
<tr><td>教学内容与过程设计</td><td>

1．内容回顾：(10M,PPT,讲述)

真空中静电场、恒定电流场、恒定磁场的计算方法。

2．理论学习：

2.4 媒质的电磁特性

媒质对电磁场的响应可分为三种情况：极化、磁化和传导。

描述媒质电磁特性的参数为： 介电常数、磁导率和电导率。

2.4.1 电介质的极化 电位移矢量(30M,PPT 与板书,讲述与讨论)

极化强度与电场强度之间的关系由介质的性质决定。对于线性各向同性介质，极化强度和电场强度有简单的线性关系。

$$\boldsymbol{P} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \boldsymbol{p}_i}{\Delta V} \qquad \boldsymbol{P} = \varepsilon_0 \chi_e \boldsymbol{E}$$

$$\boldsymbol{D} = \varepsilon_0 \boldsymbol{E} + \boldsymbol{P} = \varepsilon \boldsymbol{E}$$

介质的极化过程包括两个方面： 外加电场的作用使介质极化，产生极化电荷; 极化电荷反过来激发电场，两者相互制约，并达到平衡状态。无论是自由电荷，还是极化电荷，它们都激发电场，服从同样的库仑定律和高斯定理。

$$\nabla \cdot \boldsymbol{D} = \rho \quad , \quad \oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = q$$

2.4.2 磁介质的磁化 磁场强度(20M,PPT 与板书,讲述与讨论)

</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>

外加磁场使介质发生磁化，磁化导致磁化电流。磁化电流同样也激发磁场，介质中的磁感应强度 B 是所有电流源激励的结果。

$$\mathbf{M}=\frac{\sum_{i=1}^{N}\boldsymbol{p}_{m\,i}}{\Delta V} \qquad \mathbf{B}=\mu_0(1+\chi_m)\mathbf{H}=\mu\mathbf{H}$$

2.4.3 媒质的传导特性(20M,PPT 与板书,讲述与讨论)

存在可以自由移动带电粒子的介质称为导电媒质。在外场作用下导电媒质中将形成定向移动电流。对于线性和各向同性导电媒质，媒质内任一点的电流密度矢量 J 和电场强度 E 成正比，表示为

$$\boldsymbol{J}=\sigma\boldsymbol{E}$$

课堂讨论:

例题：2.4.1、2.4.2:电介质中场的计算。
例题：2.4.3、2.4.4:磁介质中场的计算。
讨论媒质中的场方程。

作业:

P83, 思考题 2. 8, 2. 10, 2. 11, 2. 13.
P86, 习题 2. 21. 2, 2. 22.

</td></tr>
<tr><td>教学后记*</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>时间安排</td><td>第 5 周，总第 9 次课</td></tr>
<tr><td>章节名称</td><td>第 2 章 电磁场的基本规律 2.5 电磁感应定律和位移电流</td></tr>
<tr><td>教学目的</td><td>通过法拉弟电磁感应定律引入时变场概念。</td></tr>
<tr><td>教学重点与难点</td><td>法拉弟电磁感应定律。</td></tr>
<tr><td>教学内容与过程设计</td><td>1. 内容回顾：(5M,PPT,讲述)
真空、媒质中静电场、恒定电流场、恒定磁场的计算方法。
2. 作业讲解：(25M,PPT,讲述与讨论)
因本章作业较多，故分 2 次进行讲评。对第 1 部分作业思路、解法做概括性解释。
3. 理论学习：
2.5 电磁感应定律和位移电流
电磁感应定律揭示时变磁场产生电场。位移电流揭示时变电场产生磁场。重要结论： 在时变情况下，电场与磁场相互激励，形成统一的电磁场。
2.5.1 法拉弟电磁感应定律(30M,PPT 与板书,讲述与讨论)
当通过导体回路所围面积的磁通量 Ψ 发生变化时，回路中产生的感应电动势的大小等于磁通量的时间变化率的负值，方向是要阻止回路中磁通量的改变，则感应电动势为
$$\xi_{in} = -\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{d}{dt}\int_S \boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{S}$$
推广后的法拉第电磁感应定律为
$$\oint_C \boldsymbol{E}\cdot d\boldsymbol{l} = -\frac{d}{dt}\int_S \boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{S}$$
如果回路是静止的，
$$\nabla\times\boldsymbol{E} = -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}$$</td></tr>
</table>

	当导体棒以速度 $\boldsymbol{v}$ 在静态磁场 $\boldsymbol{B}$ 中运动时， $$\oint_C \boldsymbol{E}\cdot d\boldsymbol{l}=\oint_C(\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B})\cdot d\boldsymbol{l}$$ 当导体在时变磁场中运动时， $$\oint_C \boldsymbol{E}\cdot d\boldsymbol{l}=-\int_S\frac{\partial\boldsymbol{B}}{\partial t}\cdot d\boldsymbol{S}+\oint_C(\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B})\cdot d\boldsymbol{l}$$ $$\nabla\times\boldsymbol{E}=-\frac{\partial\boldsymbol{B}}{\partial t}+\nabla\times(\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B})$$ 法拉第电磁感应定律揭示了随时间变化的磁场会激发产生电场。 2.5.2 位移电流(25M,PPT 与板书,讲述与讨论) 假定静电场中的高斯定律对时变场仍然成立，将其带入电荷守恒定律后，得到 $\nabla\times(\boldsymbol{J}+\frac{\partial\boldsymbol{D}}{\partial t})=0$ 定义位移电流密度为 $\boldsymbol{J}_d=\frac{\partial\boldsymbol{D}}{\partial t}$ 安培环路定理修正为：$$\oint_l\boldsymbol{H}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l}=\int_S(\boldsymbol{J}+\frac{\partial\boldsymbol{D}}{\partial t})\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{S}$$ $$\nabla\times\boldsymbol{H}=\boldsymbol{J}+\frac{\partial\boldsymbol{D}}{\partial t}$$ 位移电流密度仅仅是电位移矢量的时间变化率，当电位移矢量不随时变化时，位移电流密度为零;位移电流密度是磁场的漩涡源，表明时变电场产生时变磁场。 **课堂讨论**: 例题：2.5.1、2.5.2: 以电磁感应定律计算感应电动势。 例题：2.5.3、2.5.4:计算介质中的位移电流、传导电流。 讨论电磁感应定律的意义。 **作业**: P83 思考题：2. 15, 2. 16. P87 作业题：2. 24, 2. 26. 2.
教学后记*	

时间安排	第 5 周 ，总第 10 次课
章节名称	第 2 章 电磁场的基本规律 2.6 麦克斯韦方程组
教学目的	在宏观上将电磁学的基本实验定律统一起来。
教学重点与难点	麦克斯韦方程组的意义与理解。
教学内容与过程设计	1．内容回顾：(10M, PPT 与板书,讲述) 静电场、恒定电流场、恒定磁场； 电磁感应定律 2．理论学习： 2.6 麦克斯韦方程组 2.6.1 麦克斯韦方程组的积分形式(30M,PPT 与板书,讲述与讨论) $\oint_l \boldsymbol{H}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{l}=\int_S(\boldsymbol{J}+\frac{\partial \boldsymbol{D}}{\partial t})\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S}$ $\oint_l \boldsymbol{E}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{l}=-\int_S\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S}$ $\oint_S \boldsymbol{B}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S}=0$ $\oint_S \boldsymbol{D}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S}=q$ 麦克斯韦方程组的积分形式描述的是一个大范围内（任意闭合面或闭合曲线所占空间范围）场与场源（电荷电流以及时变的电场和磁场）相互之间的关系。第一方程的含义是磁场强度沿任意闭合曲线的环量，等于穿过以该闭合曲线为周界的任意曲面的传导电流与位移电流之和。第二方程的含义是电场强度沿任意闭合曲线的环量，等于穿过以该闭合曲线为周界的任一曲面的磁通量的变化率的负值。第三方程的含义是穿过任意闭合曲面的磁感应强度的通量恒等于零。第四方程的含义是穿过任意闭合曲面的电位移的通量等于该闭合曲面所包围的自由电荷的代数和。 2.6.2 麦克斯韦方程组的微分形式(20M,PPT 与板书,讲述与讨论)

教学内容与过程设计	$\nabla\times\boldsymbol{H}=\boldsymbol{J}+\dfrac{\partial\boldsymbol{D}}{\partial t}$　　$\nabla\times\boldsymbol{E}=-\dfrac{\partial\boldsymbol{B}}{\partial t}$ $\nabla\cdot\boldsymbol{B}=0$　　$\nabla\cdot\boldsymbol{D}=\rho$ 第一式表明，时变磁场不仅由传导电流产生，也由位移电流产生。位移电流代表电位移的变化率，因此该式揭示的是时变电场产生时变磁场。第二式表明，时变磁场产生时变电场。第三式表明，磁通永远是连续的，磁场是无散度场。第四式表明，空间任意一点若存在正电荷体密度，则该点发出电位移线;若存在负电荷体密度，则电位移线汇聚于该点。 2.6.3 媒质的本构关系(15M,PPT 与板书,讲述与讨论) $\boldsymbol{D}=\varepsilon\boldsymbol{E}$　$\boldsymbol{B}=\mu\boldsymbol{H}$　$\mathbf{J}=\sigma\mathbf{E}$ **课堂讨论**: 例题：2.6.1、2.6.2: 以麦克斯韦方程组计算时变场量。 讨论麦克斯韦方程组的意义。 **作业**: P83 思考题：2.17, 2.18. P87 作业题：2.27, 2.28.1.
教学后记*	

<table>
<tr><td>时间安排</td><td>第　6　周，总第 11 次课</td></tr>
<tr><td>章节名称</td><td>第 2 章 电磁场的基本规律 2.7 电磁场的边界条件</td></tr>
<tr><td>教学目的</td><td>讨论在不同媒质分界面上电磁场量的关系。</td></tr>
<tr><td>教学重点与难点</td><td>边界条件。</td></tr>
<tr><td>教学内容与过程设计</td><td>
1．内容回顾：(10M, ,PPT,讲述)
静电场、恒定电流场、恒定磁场；
时变场、麦克斯韦方程组。
2．理论学习：
2.7 电磁场的边界条件
2.7.1 边界条件的一般形式(30M, PPT 与板书,讲述与讨论)
$\boldsymbol{e}_{\mathbf{n}} \times (\boldsymbol{H}_1 - \boldsymbol{H}_2) = 0 \quad H_{1t} = H_{2t}$
$\boldsymbol{e}_n \times (\boldsymbol{E}_1 - \boldsymbol{E}_2) = 0 \quad E_{1t} = E_{2t}$
$\boldsymbol{e}_n \cdot (\boldsymbol{B}_1 - \boldsymbol{B}_2) = 0 \quad B_{1n} = B_{2n}$
$\boldsymbol{e}_n \cdot (\boldsymbol{D}_1 - \boldsymbol{D}_2) = \rho_s \quad D_{1n} - D_{2n} = \rho_s$
2.7.2 两种特殊情况下的边界条件(30M, PPT 与板书,讲述与讨论)
理想导体表面：
$\boldsymbol{e}_n \times H_1 = \boldsymbol{J}_s$; $H_{1t} = J_s$
$\boldsymbol{e}_n \times \boldsymbol{E} = 0$; $E_{1t} = E_{2t} = 0$
$B_{1n} = B_{2n} = 0 \quad D_{1n} = \sigma$
理想介质表面：
$H_{1t} = H_{2t}$
$E_{1t} = E_{2t}$
$B_{1n} = B_{2n}$
$D_{1n} = D_{2n}$
电磁场的边界条件总结归纳如下：
</td></tr>
</table>

教学内容与过程设计	在两种媒质的分界面上，如果存在面电流，则 ***H*** 的切向分量不连续。若分界面上不存在面电流，则 ***H*** 的切向分量连续。在两种媒质的分界面上，***E*** 的切向分量是连续的。在两种媒质的分界面上，***B*** 的法向分量是连续的。在两种媒质的分界面上。若分界面上不存在面电荷，则 ***D*** 的法向分量是连续的。 **课堂讨论**: 例题： 2.7.1：利用边界条件计算静态场量。 2.7.2：利用边界条件计算静态场量。 2.7.3: 利用边界条件计算时变场量。 讨论两种特殊情况下边界条件在实际中的应用。 **作业**: P83 思考题：2.19,2.20. P88 作业题：2.30,2.31.
教学后记*	

<table>
<tr><td>时间安排</td><td>第 6 周，总第 12 次课</td></tr>
<tr><td>章节名称</td><td>第 3 章 静态电磁场及其边值问题的解 3.1 静电场分析 3.2 导电媒质中的恒定电场分析</td></tr>
<tr><td>教学目的</td><td>介绍静态场中的基本电磁量以及定律静电场与恒定电场的分析计算。</td></tr>
<tr><td>教学重点与难点</td><td>真空中静电场、恒定电场的计算，静电场与恒定电场的比拟。</td></tr>
<tr><td>教学内容与过程设计</td><td>

1. **课程介绍：**（10M, PPT,讲述）

本章内容简介；各节重点；学时分配。

2. **理论学习：**

第 3 章静态电磁场及其边值问题的解

静态电磁场：场量不随时间变化，包括：静电场、恒定电场和恒定磁场. 时变情况下，电场和磁场相互关联，构成统一的电磁场. 静态情况下，电场和磁场由各自的源激发，且相互独立.

3.1 静电场分析

3.1.1 静电场的基本方程和边界条件(10M,PPT,讲述)

$$\oint_S \boldsymbol{D}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S} = \sum q = \int_V \rho dV \qquad \nabla\cdot\boldsymbol{D}=\rho$$

$$\oint_l \boldsymbol{E}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{l} = 0 \qquad \nabla\times\boldsymbol{E}=0$$

边界条件：$E_{1t}=E_{2t} \quad D_{1n}-D_{2n}=\rho_s$

3.1.2 电位函数(20M,PPT 与板书,讲述与讨论)

$$\boldsymbol{E}=-grad\varphi=-\nabla\varphi$$

$$\varphi(x,y,z)=\int_{x,y,z}^{x_p,y_p,z_p}\boldsymbol{E}\cdot d\boldsymbol{l}$$

电位计算：点电荷：$\varphi=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 R}$

体电荷：$\varphi=\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_V \rho\dfrac{dV}{R}$

面电荷：$\varphi=\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_S \sigma\dfrac{dS}{R}$

</td></tr>
</table>

教学内容与过程设计	线电荷：$\varphi=\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_V\dfrac{\rho_l dl}{R}$ 3.1.3 导体系统的电容(10M, PPT 与板书,讲述与讨论) $$C=\frac{q}{U}$$ 3. 1. 4 静电场的能量(10M, PPT 与板书,讲述与讨论) 多导体系统中：$W_e=\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{2}\Phi_i Q_i$ $W_e=\int_V\left(\frac{1}{2}\boldsymbol{D}\cdot\boldsymbol{E}\right)\mathrm{d}V$ 能量密度：$w_e=\frac{1}{2}\boldsymbol{D}\cdot\boldsymbol{E}$ 3.2 导电媒质中的恒定电场分析 3.2.1 恒定电场的基本方程和边界条件(10M, PPT 与板书,讲述与讨论) 基本方程：$\oint_S\boldsymbol{J}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{S}=0$, $\nabla\cdot\boldsymbol{J}=\boldsymbol{0}$ 边界条件： $J_{1n}=J_{2n}$ $\begin{cases}E_{1t}=E_{2t}\\ \sigma_1E_{1n}=\sigma_2E_{2n}\end{cases}$ $\begin{cases}\sigma_1\dfrac{\partial\varphi_1}{\partial n}=\sigma_2\dfrac{\partial\varphi_2}{\partial n}\\ \varphi_1=\varphi_2\end{cases}$ 3.2.2 恒定电场与静电场的比拟(20M, PPT 与板书,讲述与讨论) 基本方程 本构方程 位函数方程 **课堂讨论**: 电荷分布与电位计算。 例题： 3.1.1：利用叠加定理计算电位。 3.1.2：求均匀电场的电位分布。 3.1.4: 计算传输线的电容。 3.2.1: 计算同轴线的电容。 3.2.2: 计算接地器的电阻。

	作业: P165 思考题：3.1,3.2,3.3,3.4. 作业题：交第 2 章作业。
教学后记*	