

# 《电磁学》课程教学大纲

## 一、课程基本信息

|      |                                     |      |              |
|------|-------------------------------------|------|--------------|
| 英文名称 | Electromagnetism                    | 课程代码 | PHYS1003     |
| 课程性质 | 大类基础课程                              | 授课对象 | 物理学（师范）      |
| 学 分  | 4                                   | 学 时  | 72           |
| 主讲教师 | 徐亚东                                 | 修订日期 | 2021. 09. 22 |
| 指定教材 | 赵凯华、陈熙谋，《电磁学》（第三版），北京：高等教育出版社，2010. |      |              |

## 二、课程目标

### （一）总体目标：

通过本课程的学习，使学生能够全面认识和理解电场、磁场的基本现象和基本规律，电磁场与物质相互作用的物理机制，系统地掌握电磁场运动的基本规律，具备一定的分析和解决电磁学问题的能力。通过学习和了解电磁学发展史上的一些重大发现和相关的人文趣事，使学生了解科学研究的思路和方法，培养唯物主义世界观，使学生具备一定的人文和科学素养，引领学生价值取向，增强学生的社会责任意识。

### （二）课程目标：

**课程目标 1：**使学生比较系统地把握电磁学在物理学知识架构中的位置，系统掌握电磁学的基本现象、基本概念和基本规律，全面掌握相关基本知识并能比较灵活地加以应用，为进一步学习完善物理学知识体系打下基础。

**课程目标 2：**培养运用数学工具的能力，能运用数学语言表达物理思想和进行逻辑推理，基本概念、基本规律的数学表述与论证，运用积分方法对连续分布的场强、电势和电流的磁场实行分解求和的分析，以及对推理得到的数学结果进行物理解释等。

**课程目标 3：**使学生较深刻地理解中学电磁学教材，并能独立解决今后中学教学中所遇到的一般电磁学问题。

**课程目标 4：**了解电磁学的发展史以及一些重大发现具体过程，包括库仑定律，安培定律，法拉第电磁感应定律，麦克斯韦方程组等。了解电磁学的研究对象以及在当代科学技术和和生活中的应用。培养学生坚定理想信念，以立德树人为己任，树立学为人师、行为世范的职业理想。

### （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<br>第二章<br>第三章<br>第四章<br>第五章<br>第六章<br>第八章 | 毕业要求 3: 学科素养:<br>掌握物理学基础知识、<br>基本实验方法和实验技能,<br>具有运用物理学理论和方法<br>解决实际问题的能力。具有良<br>好的教育学、心理学基础知<br>识和较高的人文与科学素养。<br>具有良好的中学物理教学<br>的相关知识。 | 系统掌握电磁学的基本现象、基本概念和基本规律,有助于全面理解物理学知识体系。  |
| 课程目标 2 | 第一章<br>第二章<br>第四章<br>第八章                      |                                                                                                                                        | 能运用数学语言表达物理思想和进行逻辑推理,基本概念、基本规律的数学表述与论证。 |
| 课程目标 3 | 第三章<br>第五章                                    |                                                                                                                                        | 全面掌握电磁学基本知识;能比较联系实际、灵活应用。               |
| 课程目标 4 | 第一章<br>第五章<br>第八章                             |                                                                                                                                        | 了解电磁学发展史有助于学生看清物理学知识体系发展的过程。            |

### 三、教学内容

#### 第一章 静电场

##### 1. 教学目标

理解电场的“场”概念;理解静电场基本规律,包括高斯定理和环路定理。掌握带电体电场强度、电势的计算,具备较强的数学分析能力。掌握“类比”研究方法。

##### 2. 教学重难点

电场概念的引入;静电场的两个方程的引入;电场、电势分布的计算。

##### 3. 教学内容

3.0 绪论-电磁学发展史(1785年-1865年)

电磁学发展史发展历史,包括电磁场基本概念的历史背景,麦克斯韦方程组的建立过程,法拉第、安培、奥斯特、麦克斯韦等科学家的科学贡献等等,以及电磁学在经典物理体系中的地位。

### 3.1 静电的基本现象和基本规律

掌握两种电荷及其检验,静电感应、电荷守恒、物质的电结构,库伦定律。

### 3.2 电场、电场强度

深刻理解电场、电场强度矢量及其概念、电场强度的叠加原理及应用。

### 3.3 高斯定理及应用

深刻理解矢量场、电场强度通量;掌握高斯定理的表述和证明;高斯定理的应用。

### 3.4 电势及其梯度

理解静电力做功与路径无关;电势差与电势,电势叠加原理;电势的梯度。

### 3.5 带电体系的静电能

掌握点电荷之间的相互作用能;电荷连续分布情形的静电能;电荷在外电场中的能量。

## 4. 教学方法

教师讲授、师生讨论。

## 5. 教学评价

课后相应习题、补充习题、随堂练习。

## **第二章 静电场中的导体和电介质**

### 1. 教学目标

深刻理解静电场下导体、电介质的静电效应及相关物理概念,包括静电平衡、介质极化等。理解电位移矢量的D的意义,掌握E、P、D的联系和区别。掌握带各类电容器电容的计算、介质极化规律的分析,具备较强的数学分析能力。了解超材料前沿研究进展。

### 2. 教学重难点

静电平衡、导体的电容、静电场能、电介质中的高斯定理。介质在电场中极化机制、极化规律。

### 3. 教学内容

#### 3.1 静电场中的导体

掌握导体的静电平衡条件、电荷分布;学会分析导体壳(壳内无带电体的情形)、导体壳(壳内有带电体的情形)等多种情况导体的性质及静电平衡问题。

#### 3.2 电容及电容器

深刻理解电容及电容器概念;掌握电容孤立导体的电容、电容器的串并联接、电容器的储能(电能)等。

### 3.3 电介质

深刻理解电介质的极化、两种极化的微观机制、电极化强度矢量 $P$ 、退极化场等概念。掌握电介质的极化规律、极化率、电位移矢量 $D$ 和有介质时的高斯定理和介电常数等。了解介电常数相关前沿研究进展。

### 3.4 电场的能量和能量密度

掌握能量密度概念及相关计算。

### 4. 教学方法

教师讲授、师生讨论。

### 5. 教学评价

课后相应习题、补充习题、随堂练习。

## 第三章 稳恒电流

### 1. 教学目标

理解不随时间变化的稳恒电流和与之相应的稳恒电场。理解稳恒电场的概念及静电场的异同、稳恒条件数学表达式的物理意义。能够紧密联系衔接中学教学内容，能够联系生产、生活实际，应用基尔霍夫方程分析实例。

### 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

理解电流、电流密度矢量概念；掌握电流的连续性方程、稳恒条件；掌握欧姆定律、电阻、电阻率、电功率、焦耳定律和金属导电的经典微观解释。

#### 3.2 电源及其电动势

理解非静电力、电动势、电源的路端电压；掌握闭合电路的电流和输出功率计算；深刻理解稳恒电路中电荷和静电场的作用。

#### 3.3 简单电路

掌握串联和并联电路、平衡电桥和电位差计。

#### 3.3 复杂电路

掌握基尔霍夫方程组及相关应用，准确分析复杂电路规律。

#### 3.4 温差电现象

了解温度点现象，包括汤姆孙效应、佩尔捷效应。了解温差电效应相的前沿研究进展。

### 4. 教学方法

教师讲授、师生讨论。

## 5. 教学评价

课后相应习题、补充习题、随堂练习。

# 第四章 恒定磁场

## 1. 教学目标

理解并掌握毕-萨定律和安培定律是两个基本定律。理解毕-萨定律矢量式的物理意义。掌握安培环路定理用以计算磁场分布的方法。掌握洛仑兹力公式，并能够分析带电粒子在均匀磁场中的运动规律。

## 2. 教学重难点

本章重点为是磁感应强度的概念及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

理解磁相互作用和磁场概念的引入；掌握安培定律、电流强度单位、磁感应强度矢量。

### 3.2 载流回路的磁场

掌握毕奥-萨伐尔定律。能够利用毕奥-萨伐尔定律分析载流直导线、载流圆线圈轴线上、载流螺线管内部等情况的磁场分布。

### 3.3 磁场的高斯定理与安培环路定理

理解磁场的高斯定理；深刻理解并掌握安培环路定理的表述和证明。掌握安培环路定理及其证明、安培环路定理应用举例

### 3.4、磁场对载流导线的作用

掌握安培力公式、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。

### 3.5 带电粒子在磁场中的运动

掌握洛仑兹力、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、回旋加速器的基本原理、霍尔效应和等离子体的磁约束。

## 4. 教学方法

教师讲授、师生讨论。

## 5. 教学评价

课后相应习题、补充习题、随堂练习。

# 第五章 电磁感应和暂态过程

## 1. 教学目标

理解并掌握电磁感应现象、规律及其应用。理解涡流及热效应、涡流磁效应、趋肤效应。明晰暂态过程的特点和规律。

## 2. 教学重难点

本章重难点为涡旋电场概念及 LRC 电路方程。

## 3. 教学内容

### 3.1 电磁感应定律

电磁感应现象、楞次定律、涡电流、电磁阻尼和趋肤效应。掌握法拉第定律。

### 3.2 动生电动势和感生电动势

理解动生电动势、感生电动势、涡旋电场。了解交流发电机原理、电子感应加速器。

### 3.3 互感和自感

掌握互感系数、自感系数；两个线圈串联的自感系数、自感磁能和互感磁能。

### 3.4 暂态过程

RL 电路的暂态过程、RC 电路的暂态过程和 LRC 串联电路的暂态过程。

## 4. 教学方法

教师讲授、师生讨论。

## 5. 教学评价

课后相应习题、补充习题、随堂练习。

## **第六章 磁介质**

### 1. 教学目标

掌握有介质时的安培环路定理应用的有关计算；掌握磁化强度矢量、以及与磁化电流的关系，介质的磁化规律；弄清磁介质的磁化与电介质极化的异同。

### 2. 教学重难点

本章重难点为磁化规律。

### 3. 教学内容

#### 3.1 分子电流观点

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；磁化率、磁导率。

#### 3.2 等效磁荷观点

磁的库伦定律、磁化强度矢量、磁偶极子；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

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

磁介质的边界条件；磁感应线在边界上的折射；磁路定理；磁屏蔽。

#### 4. 教学方法

教师讲授、师生讨论。

#### 5. 教学评价

课后相应习题、补充习题、随堂练习。

### **第八章 麦克斯韦电磁理论和电磁波**

#### 1. 教学目标

深刻理解位移电流的概念，明晰位移电流与传导电流的异同；掌握麦克斯韦方程组及发现历史过程；掌握波印亭矢量；了解在自由空间传播的电磁波的一些普遍特性。

#### 2. 教学重难点

本章重难点位移电流、麦克斯韦方程组及应用。

#### 3. 教学内容

##### 3.1 麦克斯韦电磁理论

麦克斯韦理论产生的背景；位移电流；麦克斯韦方程组积分形式和微分形式。

##### 3.2 电磁波

波动方程；电磁波的产生和传播；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

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；光力前沿研究进展。

#### 4. 教学方法

教师讲授、师生讨论。

#### 5. 教学评价

课后相应习题、补充习题、随堂练习。

### **四、学时分配**（四号黑体）

**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         | 12 学时 |
| 第二章 | 静电场中的导体和电介质 | 16 学时 |

|     |              |       |
|-----|--------------|-------|
| 第三章 | 稳恒电流         | 8 学时  |
| 第四章 | 稳恒磁场         | 12 学时 |
| 第五章 | 电磁感应和暂态过程    | 8 学时  |
| 第六章 | 磁介质          | 8 学时  |
| 第八章 | 麦克斯韦电磁理论和电磁波 | 8 学时  |

## 五、教学进度 (四号黑体)

表 3: 教学进度表 (五号宋体)

| 周次 | 章节名称 | 内容提要             | 授课时数 | 作业及要求                                                           | 备注 |
|----|------|------------------|------|-----------------------------------------------------------------|----|
| 1  | 第一章  | 绪论; 静电场规律, 电场强度; | 4    | 课后习题: 1.1-4;<br>1.2-4、6、11、13<br>掌握库伦力、电场分布计算                   |    |
| 2  | 第一章  | 高斯定理、高斯定理应用      | 4    | 课后习题: 1.3-2、<br>3、7、8、13<br>掌握高斯定理; 掌握应用高斯定理计算电场分布              |    |
| 3  | 第一章  | 电势, 梯度、带电体系的能量;  | 4    | 课后习题: 1.4-4、<br>6、8、15、18<br>例题: 1、2、4、6、7<br>理解电势及规律; 掌握电势分布计算 |    |
| 4  | 第二章  | 静电场中的导体; 静电平衡;   | 4    | 课后习题: 2.1-1、4-7<br>理解静电平衡; 掌握平衡条件; 掌握电场, 电势分布计算                 |    |



|    |     |                        |   |                                                     |  |
|----|-----|------------------------|---|-----------------------------------------------------|--|
| 5  | 第二章 | 电容器及应用                 | 4 | 课后习题：2.2-1、3、6-8、13、14、17、18、24、34<br>掌握各类电容器电容的计算  |  |
| 6  | 第二章 | 电介质极化                  | 4 | 课后习题：2.3-1、4、7、8、12、15、19、38、39                     |  |
| 7  | 第二章 | 极化规律；电场能量；练习课          | 4 | 理解极化概念；掌握极化规律；掌握平行板电容器极化相关物理量的计算                    |  |
| 8  | 第三章 | 稳恒电流及条件；导电规律           | 4 | 课后习题：3.1-1、2、6、18、20<br>掌握导电规律的微分形式及相关分析计算          |  |
| 9  | 第三章 | 电源，电动势；简单电路、复杂电路；温差电   | 4 | 课后习题：3.2-1、2、3、4；3.4-1、2、4<br>掌握相关概念；应用基尔霍夫定理分析复杂电路 |  |
| 10 | 第四章 | 磁现象及规律，载流回路的磁场         | 4 | 课后习题：4.2-1、2-8、15、16、20、24、31、32<br>掌握载流回路磁场分布计算    |  |
| 11 | 第四章 | 磁场高斯定理，环路定理；磁场对载流导体的作用 | 4 | 课后习题：4.3-2、3、5<br>掌握应用环路定理计算载流回路磁场分布                |  |
| 12 | 第四章 | 带电粒子在磁场中的运动；练习课        | 4 | 课后习题：4.4-2、3、4、12、15、21、25                          |  |

|    |     |                    |   |                                                                |  |
|----|-----|--------------------|---|----------------------------------------------------------------|--|
|    |     |                    |   | 掌握磁场对载流回路、带电粒子的力作用；掌握计算                                        |  |
| 13 | 第五章 | 电磁感应定律；感生电动势；      | 4 | 课后习题：5.1-1、3、4、6<br>课后习题：5.2-1, 3, 4, 7<br>掌握电磁感应定律；感生电动势；掌握计算 |  |
| 14 | 第五章 | 自感、互感；暂态、电流计、分子电流； | 4 | 课后习题：5.3-3、6、8；5.4-8、10<br>掌握自感、互感、暂态及规律；掌握相关系数计算              |  |
| 15 | 第六章 | 介质磁化               | 4 | 课后习题：6.1-1、2、3、4、5                                             |  |
| 16 | 第六章 | 边界条件等              | 4 | 掌握介质磁化及规律；掌握相关计算                                               |  |
| 17 | 第八章 | 麦克斯韦理论             | 4 | 理解位移电流和位移电流密度；<br>记住麦克斯韦方程组                                    |  |
| 18 | 第八章 | 电磁波、电磁场能流密度        | 4 | 理解电磁波                                                          |  |

## 六、教材及参考书目（四号黑体）

（电子学术资源、纸质学术资源等，按规范方式列举）（五号宋体）

1. 教材：赵凯华，陈熙谋. 电磁学（第三版），高等教育出版社，2010.
2. 参考书目：
  - 梁灿彬，秦光戎，梁竹建. 电磁学（第二版），人民教育出版社，2004.
  - 贾起民，郑永令，陈暨耀. 电磁学，复旦大学出版社，2003.
  - 陈鹏万. 电磁学，人民教育出版社，1978.
  - 费恩曼. 物理学讲义（新千年版），上海科学技术出版社，2013.

## 七、教学方法

主要采取课堂教学和电子讲义的方式，部分内容采用课外自学，结合启发式、探索式等教学方法，相互结合。课堂教学主要是讲授法、习题法，配合多媒体，突出重点、要点、难点；启发式，探索式教学，重点在于培养学生的自主学习的能力，激发创新思维。针对个别学生，依据学生的差异进行帮助和指导。对部分优秀学生，围绕教学内容，讲授相关最新前沿研究，提出一些科学小问题，激发学生的学习和研究兴趣，加深学生理解电磁场本质和辩证唯物主义的时空观，有效培养学生的科学思维能力和问题解决能力。

## 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 | 随堂测试+平时学习表现 |
| 课程目标 2 | 相关教学内容 | 随堂测试+平时学习表现 |
| 课程目标 3 | 相关教学内容 | 随堂测试+平时学习表现 |
| 课程目标 4 | 相关教学内容 | 随堂测试+平时学习表现 |

### （二）评定方法

#### 1. 评定方法（五号宋体）

平时成绩：20%，包括随堂测试 4-5 次（10%），平时成绩（作业、讨论等）（10%）

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（五号宋体）

表 5：课程目标的考核占比与达成度分析表

| 考核占比<br>课程目标 | 考核占比 |     |     | 总评达成度                                                                 |
|--------------|------|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------|
|              | 平时   | 期中  | 期末  |                                                                       |
| 课程目标 1       | 50%  | 50% | 50% | 课程目标 1 达成度={0.2 x 平时目标 1 成绩+0.3 x 期中目标 1 成绩+0.5 x 期末目标 1 成绩}/目标 1 总分。 |
| 课程目标 2       | 30%  | 30% | 30% |                                                                       |
| 课程目标 3       | 10%  | 10% | 10% |                                                                       |

|        |     |     |     |  |
|--------|-----|-----|-----|--|
| 课程目标 4 | 10% | 10% | 10% |  |
|--------|-----|-----|-----|--|

### (三) 评分标准 (小四号黑体)

| 课程<br>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<br>目标 1 | 系统掌握电磁学知识架构；电磁学的基本现象、基本概念和基本规律；全面掌握相关基本知识并能比较灵活地加以应用 | 掌握电磁学知识架构；电磁学的基本现象、基本概念和基本规律；掌握相关基本知识并能比较灵活地加以应用 | 较好掌握电磁学知识架构；电磁学的基本现象、基本概念和基本规律；较好掌握相关基本知识并能灵活地加以应用 | 基本掌握电磁学知识架构；电磁学的基本现象、基本概念和基本规律；基本掌握相关基本知识并能加以应用 | 未能掌握电磁学知识架构；电磁学的基本现象、基本概念和基本规律；未能掌握相关基本知识并能加以应用 |
| 课程<br>目标 2 | 完全能运用数学语言表达物理思想和进行逻辑推理，基本概念、基本规律的数学表述与论证             | 能运用数学语言表达物理思想和进行逻辑推理，基本概念、基本规律的数学表述与论证           | 较好运用数学语言表达物理思想和进行逻辑推理，基本概念、基本规律的数学表述与论证            | 基本能运用数学语言表达物理思想和进行逻辑推理，基本概念、基本规律的数学表述与论证        | 未能运用数学语言表达物理思想和进行逻辑推理，基本概念、基本规律的数学表述与论证         |
| 课程<br>目标 3 | 深刻理解中学电磁学教材并能独立解决今后中学教学中所遇到的一般电磁学问题                  | 理解中学电磁学教材并能独立解决今后中学教学中所遇到的一般电磁学问题                | 较好理解中学电磁学教材并能独立解决今后中学教学中所遇到的一般电磁学问题                | 基本理解中学电磁学教材并能独立解决今后中学教学中所遇到的一般电磁学问题             | 未能理解中学电磁学教材并能独立解决今后中学教学中所遇到的一般电磁学问题             |
| 课程<br>目标 4 | 全面熟悉电磁学发展史；电磁学的研究对象以及在当代科学技术意义。树立学为人师、行为世范的职业理想      | 熟悉电磁学发展；电磁学的研究对象以及在当代科学技术意义。具有学为人师、行为世范的职业理想     | 较熟悉电磁学发展史；电磁学的研究对象以及在当代科学技术意义。具有行为世范的职业理想          | 基本熟悉电磁学发展史；电磁学的研究对象以及在当代科学技术意义。具有行为世范的职业理想      | 不熟悉电磁学发展史；电磁学的研究对象以及在当代科学技术意义。不具有行为世范的职业理想      |