大物考点梳理

> Karry

```
题型思考 考试时间共 90mins 千万不要弄错了，今年就这一门是90分钟！！！
总体分数占比 【电场 ~ 40%】 【磁场 ~ 60%】

选择题 - 7道


填空题 - 7道
估计就是比较经典的一些填空 甚至可能都是些原题

计算题 - 4道
估计 电场两道 磁场两道

非标 - 1道
这个一定是在磁场部分 老师上课似乎明牌了几道
```

电场部分

第五章 真空中的静电场

> 这一章就两大类题目 1> 计算场强 2> 计算电势
>
> 选择题可能会有一些概念辨析，填空题可能会有简单计算，计算题第一道可能是典型模型的一整套计算

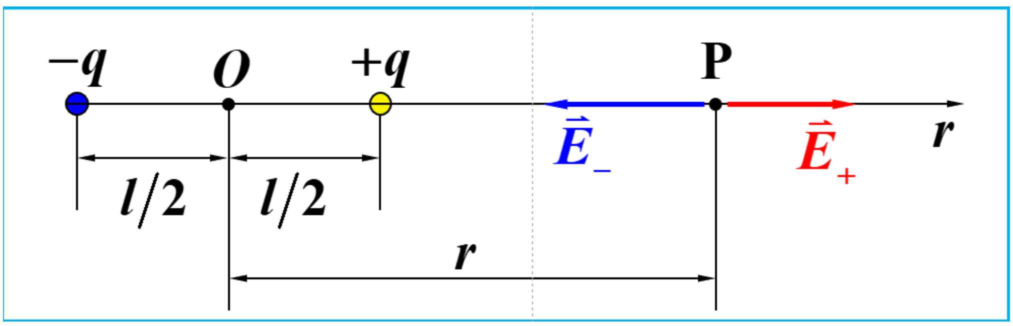
场强计算

> 方法：正儿八经做的话肯定都是采用这四种方法，但实际操作起来我们只需要**记住公式**就行 注意理解
>
> - 微元法
> - 高斯法
> - 电势求完后 对距离求微分法

模型一 电偶极子

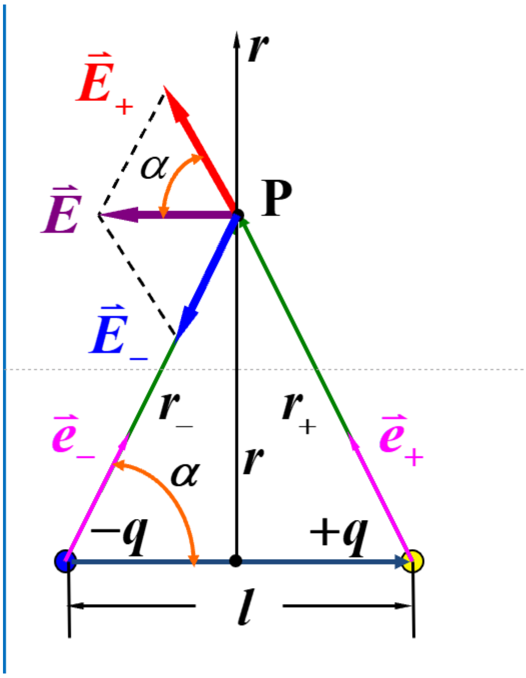
> p = q*l 最普通的计算方法还是要会 思想就是点电荷电场叠加

- case 1 电偶极子轴线**延长线上**一点的电场强度



$$\boxed{\vec{E}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2\vec{p}}{r^3}}$$

- case 2 电偶极子轴线的**中垂线上一点**的电场强度



$$\boxed{\vec{E}=-\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\vec{p}}{r^3}}$$

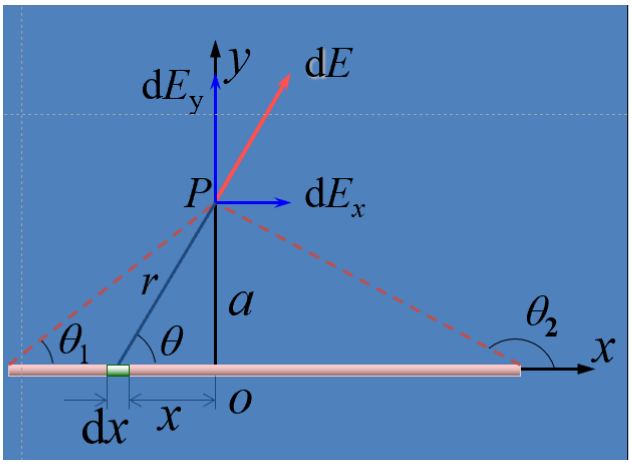
- case 3 一般情况

  就是电偶极子在空间中任意一点的场强

模型二 长直导线

> 微元法 将直线微分成一段段点电荷，分别计算场强后做积分

- 最普通情况注意角度的标号



$$E_x=\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_o a}(\sin\theta_2-\sin\theta_1)$$

$$E_y=\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_o a}(\cos\theta_1-\cos\theta_2)$$

- 最常用的情况 **无限长直导线**

$$E_x = 0 \qquad E = E_y = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_o a}$$

模型三 带电圆环

> 和上面同理 由于圆环的电势也比较好求，所以可以根据电势求导来求解电场

$$E = \frac{qx}{4\pi\varepsilon_0(x^2+R^2)^{\frac{3}{2}}}$$

模型四 带电圆盘

> 微分成一圈圈的带点圆环，对所有的圆环做积分

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}[1-\frac{x}{(x^2+R^2)^{1/2}}]$$

讨论:

$x << R$ $\quad \boxed{E \approx \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$ （无限大均匀带电平面的电场强度）

$x >> R$ $\quad \boxed{E \approx \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}}$ （点电荷电场强度）

模型五 带电球壳

> 高斯定理直接推导太简单了
>
> 按照此定理还可以直接推导：
>
> - 模型六 **带电球体**
> - 模型七 **带电圆柱壳**
> - 模型八 **带电圆柱体**
> - **无限大平面**

电势计算

> 只有一种方法：用定义公式求解 无非就是说**从该点到电势零点**对**距离**积分的电场
>
> 我们都知道每一个模型的电场了，一般规定无限远处为电势零点，这下电势太好求了

模型一 带电圆环

$$u = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{R^2 + x^2}}$$

模型二 带电圆盘

$$u = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\sqrt{x^2 + R^2} - x\right)$$

> 同样这个地方分为
>
> - x >> R 当作点电荷处理
> - R >> x 当作无限大平面处理

模型三 带电球壳

$$r > R \qquad u_A = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r_A}$$

$$r < R \qquad u_A = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R}$$

模型四 带电圆柱壳

> 同上 但是注意零电势点的选取

题型预估

- 电场的**方向**大小等定义内容 + 高斯公式中对**E**的辨析 （选择题）

  > 高斯面外的电荷虽然对通量没有贡献，但对于高斯面上的任意一点电场还是有影响的 >> 面内电场强度通量为 0 则电场强度为零的说法很明显错误（练习册 p37 3）

- 对电场强度通量大小的理解 大小等于 q / epsilon （选择题）
- 计算一个模型的电场和电势分布（例如练习册p34-t4 p35-t5 p40-t2 注意由**电荷密度**起手的题目，比较不容易）
- 较为陌生但很有可能出现的难题（练习册 p36 t8）
- 电偶极子的力矩——公式要背会 （练习册 p36 t10）

第六章 静电场中导体和电介质

> 这一章有四大考点
>
> - 静电平衡 —— 填空或者选择
> - 电容器
> - 插入介质后的电场情况
> - 电场的能量
>
> （后面三大考点相互羁连，可作为一整套大题）

静电平衡

静电平衡的三大必要条件：

- 导体内部任一点的场强为0
- 导体表面场强只能垂直于导体表面
- 处于静电平衡的导体是等势体，其表面是等势面

相关模型计算

- 金属板静电平衡模型 课本p161 （必考填空）
- 球壳电场分布 p162（极小概率考察）
- 感生电场的小tip与球结合 课本p160（极小概率考察）

电容器

求解电容的几大模型

> 就一个公式到底 C = Q / U
>
> - C 是我们的待求电容
> - Q 题目中会给
> - U 无非就用上一个章节所学的内容求就完喽

平行板电容器

球形电容器

圆柱形电容器

平行长直导线电容器

电容器的连接

> 可以考小题也可以考大题（塞入介质后求解总电容 可以抽象为电容的并联或串联）

- 串联——倒数和
- 并联——和

插入电介质

> 学完磁场后完全明白了，就是说原本好好的一个电场，现在往里面塞进去东西就会激发**极化电荷**
> 这个**极化电荷**可太有用了 会产生极化电场，从而改变新的电场分布。基于上述分析我们可以得出
>
> 这一节就是一个大题 求什么呢?
>
> - 极化电荷密度 = **电极化强度 P**
> - **电位移矢量D** 对应的是**自由电荷密度**！！
>
> 解决方法当然很简单 我觉得肯定会出一道这样的送分大题 只要理清楚各个出发点之间的关系 所有的都迎刃而解

两类题型 课本（P173，P175）

- 以不插入前的初始 E 为出发点 >> 求取插入后的纯净 E 后面的套公式就完了 下面这一道题把所有公式展示的淋漓尽致

例1 把一块相对电容率 $\varepsilon_r = 3$ 的电介质，放在极板间相距 $d = 1\text{mm}$ 的平行平板电容器的两极板之间。放入之前，两极板的电势差是1000V。试求两极板间电介质内的电场强度E，电极化强度P，极板和电介质的电荷面密度，电介质内的电位移D。

解： $E_0 = U/d = \dfrac{1000}{10^{-3}} \text{V}\cdot\text{m}^{-1} = 10^6 \text{V}\cdot\text{m}^{-1} = 10^3 \text{kV}\cdot\text{m}^{-1}$

$$E = E_0/\varepsilon_r = 3.33\times10^2 \text{kV}\cdot\text{m}^{-1}$$

$$P = (\varepsilon_r - 1)\varepsilon_0 E = 5.89\times10^{-6} \text{C}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$\sigma_0 = \varepsilon_0 E_0 = 8.85\times10^{-6} \text{C}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$\sigma' = P = 5.89\times10^{-6} \text{C}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$D = \varepsilon_0\varepsilon_r E = \varepsilon_0 E_0 = \sigma_0 = 8.85\times10^{-6} \text{C}\cdot\text{m}^{-2}$$

- 以插入后的 D 为出发点

静电能

最根本的公式 后续的所有都是根据这个来的 说的简单点就是对电荷求积分

$$W = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{2} q_i \varphi_i$$

> 这个应该不会有大计算 注意看一下P179页的平行板和球形这两个例题就好

题型预估

- 静电平衡的小题（选择 p44-t2）
- **广义高斯定理** 和之前的感觉差不太多 p45-t5 p45-t9
- 电容器电容的变化和能量的变化
- 这一章最重要的一种计算题（P47-4）
- 电容器电容的变化（P48-5 P51-2）
- 静电能计算（奇葩题目P48-6，P52-4、5、6）

下面开启更重要的磁场部分 关键是**学会对照**！！！

第七章 恒定电流与磁场

微观电流

电流密度 j 这个概念表示流过单位面积的电流大小

$$j = nqu$$

> - n 为单位体积内载流子数量大小
> - q 为载流子所带电荷量
> - u 表示载流子的运动速度

欧姆定律的微分形式

$$j = \text{金属的电导率} * E$$

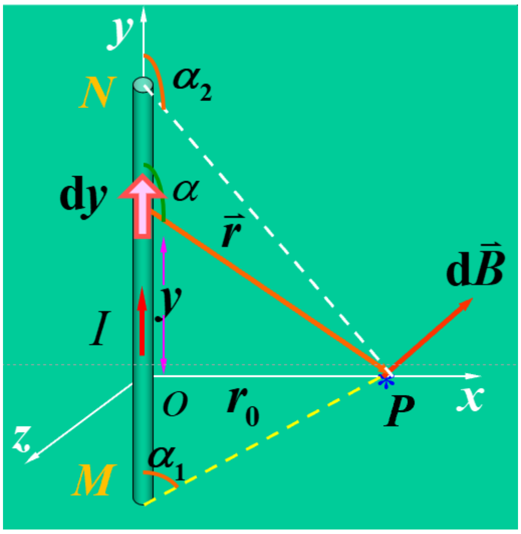
电荷在磁场中受到的洛伦兹力

$$F = qvb$$

磁场计算

> 方法：和电场完全对称，两种方法和电场的两种方法一一对应，但是我们还是直接把**公式记住**
>
> - 微分法（利用BS定律）一定要确定好 角度的大小
>
> $$\mathrm{d}B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\mathrm{d}y\sin\alpha}{r^2}$$
>
> - 安倍环流定律

模型一 载流直导线



$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_0}(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

> 特殊的两种情况
>
> - 半无限长直导线
> - 无限长直导线都知道了（也可以用安培推得）

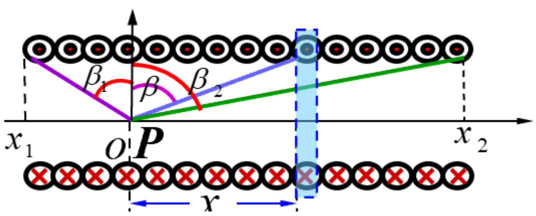
模型二 载流环形线圈

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

> 特殊情况 x = 0
>
> $$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$
>
> 考察应该只考察这个点

模型三 密绕载流线圈

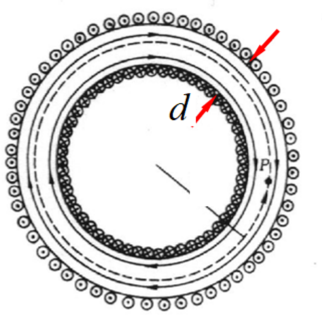
$$B = \frac{\mu_0 n I}{2}(\sin\beta_2 - \sin\beta_1)$$



我猜测只会考无限长的情况（可以由环流定律推得）

$$B = \mu_0 n I$$

模型四 密绕螺绕环



$$B=\frac{\mu_0 NI}{2\pi R}$$

模型五 通电平面

$$B=\frac{1}{2}\mu_0 j$$

引入位移电流

$$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I_t=\mu_0\oint_S\left(\frac{\partial\vec{D}}{\partial t}+\vec{j}_c\right)\cdot d\vec{S}$$

无非就是将安培环流定律中的电流转化为 **传导电流 + 位移电流** 问题变成了如何求位移电流上来

一个例子胜过千言万语 P213 例7

两类力的计算 —— 安培力与洛伦兹力

安培力

$$\vec{F}=\int_L I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$$

> 考法无非就是**一个载流体受力的积分**

安培力所引申出来的磁矩

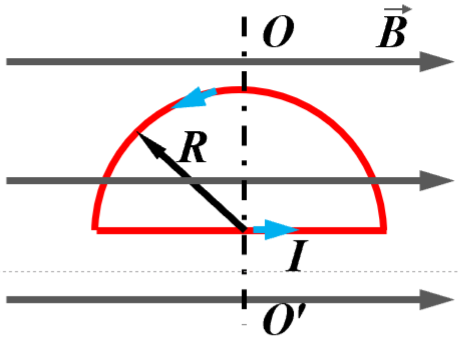
> 这个磁力矩说白了就是线圈受力不共线 整体很不稳定，力矩衡量它的偏转方向 和偏转能力

例4 一半圆形闭合线圈，半径为 $R = 0.1\text{m}$，通有电流 $I = 10\text{A}$，放置在均匀磁场中，磁场方向与线圈直径平行，且 $B = 5.0\times10^{-1}\text{T}$。试求线圈所受的磁力矩。

分析： 半圆形载流线圈的磁矩的大小为：

$$m = IS = \frac{1}{2}I\pi R^2$$

方向垂直于板面向外



磁力矩： $\vec{M} = \vec{m}\times\vec{B}$

大小： $M = mB = \frac{1}{2}I\pi R^2 B = 7.85\times10^{-2}\,N\cdot m$

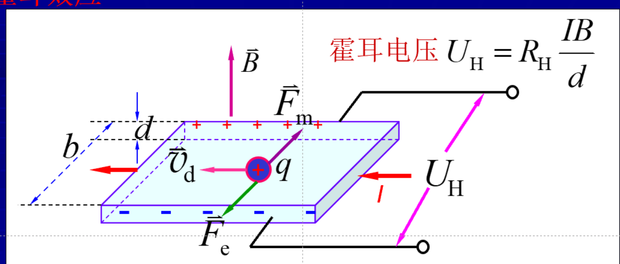
方向： 从 O' 指向 O 的方向

洛伦兹力

> so easy!

霍尔效应——可能的选择题

霍耳效应



$$qE_H = qv_dB \qquad I = qnv_dS = qnv_dbd$$

$$E_H = v_dB$$

$$U_H = v_dBb \qquad U_H = \frac{IB}{nqd}$$

霍耳系数 $R_H = \frac{1}{nq}$

磁介质

> 这一节的总结万万全全对照点介质
>
> - B >> D
> - H >> E
> - M >> P

可能的填空题：

顺磁质 $\vec{B} > \vec{B}_0 \quad \mu_r > 1, \mu_r \approx 1$（铝、氧、锰等）

抗磁质 $\vec{B} < \vec{B}_0 \quad \mu_r < 1, \mu_r \approx 1$（铜、铋、氢等）

铁磁质 $\vec{B} >> \vec{B}_0 \quad \mu_r >> 1$（铁、钴、镍等）

类比极化强度 P 提**出磁化强度** M 类比 E **提出了** H

$$\vec{M} = \chi_m \vec{H}$$

$$\vec{B} = \mu_0\left(\vec{H} + \chi_m \vec{H}\right) = \mu_0(1+\chi_m)\vec{H}$$

$$\mu_r = 1 + \chi_m$$

$$\vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H} = \mu \vec{H}$$

顺磁质：$\chi_m > 0, \mu_r > 1$， M与B同向

抗磁质：$\chi_m < 0, \mu_r < 1$， M与B反向

做题眼

$$\oint_l \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I_c$$

因此也就类比电场提出两类题目

- 可以直接计算 H 进而计算 （类比直接计算 E）
- 可以直接计算 B 进而计算 （类比直接计算 D）

题型预估

- 各种模型计算磁场 （选择或者填空） 直接套模型公式 或者 BS定律
- 欧姆定律全微分形式的应用 （p55-1 p56-2）
- 插入磁介质后的 H 分析 类比广义高斯定理（选择）
- 关于力矩的题目（可能会考选择或者填空 P60 2）
- 霍尔效应（可能的选择或填空 P66-7）

第八章 电磁感应

> 这一章是所有章节里最简单的一章了考察的点有以下四个:
>
> - 动生电动势
> - 感生电动势
> - 自感效应
> - 互感效应

核心考点——电磁感应定律

最基本的公式

> 别看这个公式简单，它的作用可是最大的 一旦说考场上遇到动生和感生解决不了的问题，就去回想最根本的这个式子。个人认为不会考察动生 or 感生 应该还是和积分结合 参考课本 P250 两道例题

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$$

动生——一个公式直接带走

$$\varepsilon = \int_a^b \vec{E}_k \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \int_a^b (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$$

感生——一个公式直接带走

$$\mathcal{E}_i = \oint_L \vec{E}_k \cdot \mathrm{d}\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

自感与互感

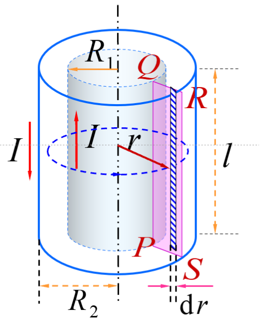
> 就是求两个系数呗 纯纯的套路送分题 三步走战略
>
> Q 问 A 对 B的互感系数 or A 的自感系数
>
> step 1 设A中的电流为 I
>
> step 2 求出B中 或 A中的磁通量 （有的时候可以直接求出来B那就直接用 B*S 不能求B的就先用环流定律求H）
>
> step 3 用磁通量除去电流得系数

自感

例 2 有两个同轴圆筒形导体，其半径分别为R_1和R_2，通过它们的电流均为I，但电流的流向相反。设在两圆筒间充满磁导率为μ的均匀磁介质，求其自感L。

解： 两圆筒之间

$$B=\frac{\mu I}{2\pi r}$$

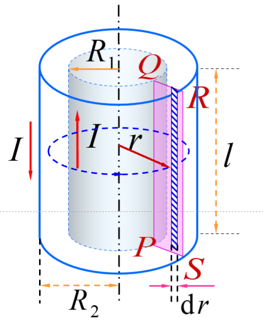


如图在两圆筒间取一长为l的面$PQRS$，并将其分成许多小面元.

则 $\mathrm{d}\Phi=\vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=Bl\mathrm{d}r$

$$\Phi=\int\mathrm{d}\Phi=\int_{R_1}^{R_2}\frac{\mu I}{2\pi r}l\mathrm{d}r$$

$$\Phi=\int\mathrm{d}\Phi=\int_{R1}^{R2}\frac{\mu I}{2\pi r}l\mathrm{d}r$$



即 $$\Phi=\frac{\mu Il}{2\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}$$

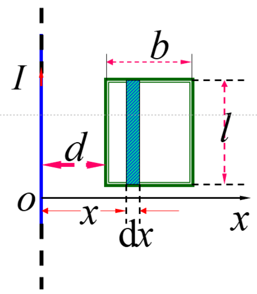
由自感定义可求出

$$L=\frac{\Phi}{I}=\frac{\mu l}{2\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}$$

单位长度的自感为 $\dfrac{\mu}{2\pi}\ln\dfrac{R_2}{R_1}$

互感

例 2 在磁导率为μ的均匀无限大的磁介质中，一无限长直导线与一宽长分别为b和l的矩形线圈共面，直导线与矩形线圈的一侧平行，且相距为d。求二者的互感系数。

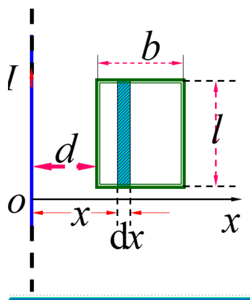


解： 设长直导线通电流 I

$$B=\frac{\mu I}{2\pi x}$$

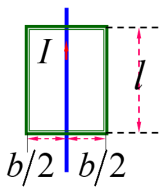
$$\mathrm{d}\Phi=\vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=\frac{\mu I}{2\pi x}l\mathrm{d}x$$

$$\Phi=\int_d^{d+b}\frac{\mu I}{2\pi x}l\mathrm{d}x$$



$$\Phi=\int_d^{d+b}\frac{\mu I}{2\pi x}l\mathrm{d}x=\frac{\mu Il}{2\pi}\ln\left(\frac{b+d}{d}\right)$$

$$M=\frac{\Phi}{I}=\frac{\mu l}{2\pi}\ln\left(\frac{b+d}{d}\right)$$



若导线如左图放置，根据对称性可知

$$\Phi=0$$

得 $$M=0$$

磁场能量

两种方法：一种是先算能量密度 w 后再积分

$$w = 0.5 * B * H$$

> 上面的公式当然可以等价变化

第二种方法是直接算 W

$$W = 0.5 * L * I^2$$

麦克斯韦方程组

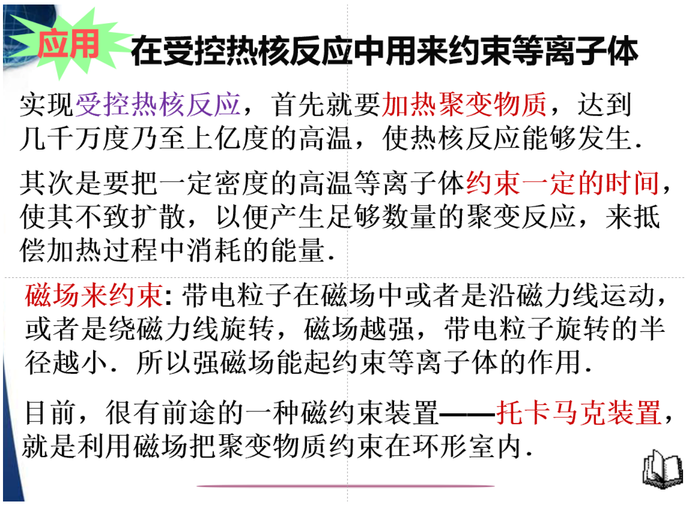
> 个人觉得理解就好 会写

题型预估

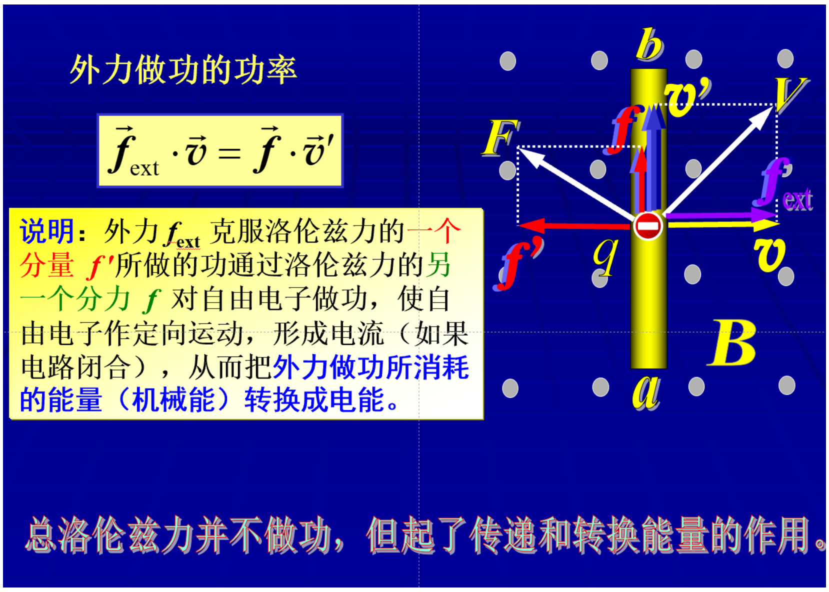
- 楞次定律（选择题）
- 动生加感生的复合型大题（P72-4 P75-3）
- 求自感和互感系数（P75-2）
- 感生小题（尤其需要重视 P74-3）

开放题参考

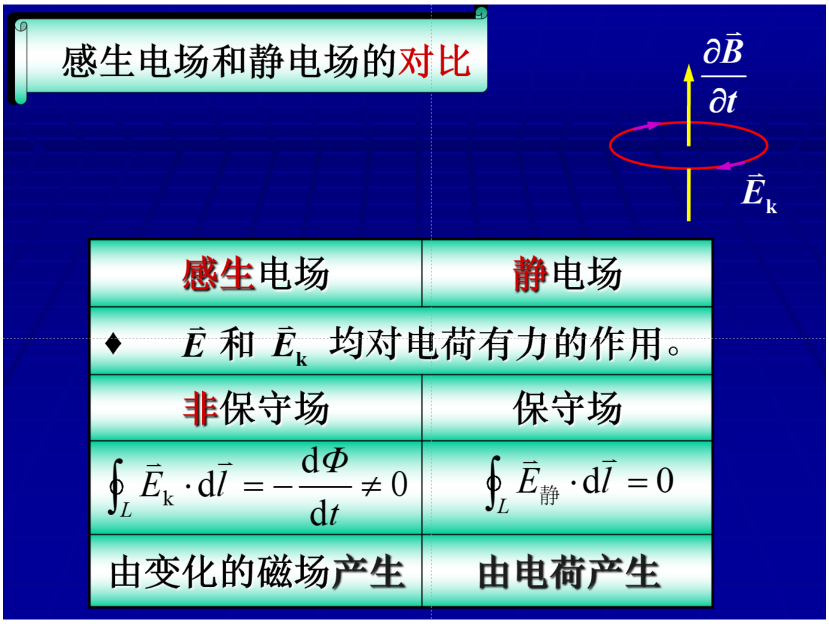
洛伦兹力的应用



动生电动势中洛伦兹力提供能量转化 —— 这应该是其中一套题的原题



这个可能也会有



这个老师上课提了一嘴——猜测可能性比较大