大学物理(II)复习（2-1)

【静电场】：

静电场最基本的物理量是场强与电势，它们完全由电场本身决定，故在所有与静电场有关的问题中应该先求电场强度或者电势的分布，再求其他物理量！！

如电荷所受的电场力 $\vec{F} = q\vec{E}$

如在电场中移动电荷做功 $A_{ab} = q(U_a - U_b)$

一、主要掌握电势的定义以及相应的计算方法

①. 对于电荷分布高度对称的带电体 (电场强度易求), 用电势的定义式计算:

$$U_p = \int_p^{\text{零点}} \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{l}$$

通常取无限远处(或地)为电势零点

电势差（电压）

$$U_{ab} = U_a - U_b = \int_a^b \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{l}$$

复习高斯定理的应用方法！(三种对称性的情况)

$$\oiint_S \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum_i q_{i(\text{内})}$$

$$\oiint_S \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} \iiint_V \mathrm{d}q$$

$$E = \begin{cases} \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} & \text{球对称} \\ \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} & \text{轴对称} \\ \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0} & \text{无限大平面} \end{cases}$$

②.对于电荷分布非对称的带电体 (电场强度不易求),用**电势的叠加式**计算

$$U_p = \int \frac{\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

重点关注其中 r 的物理含义

掌握三种电荷密度之间的换算! (方法是通过dq 的确定)

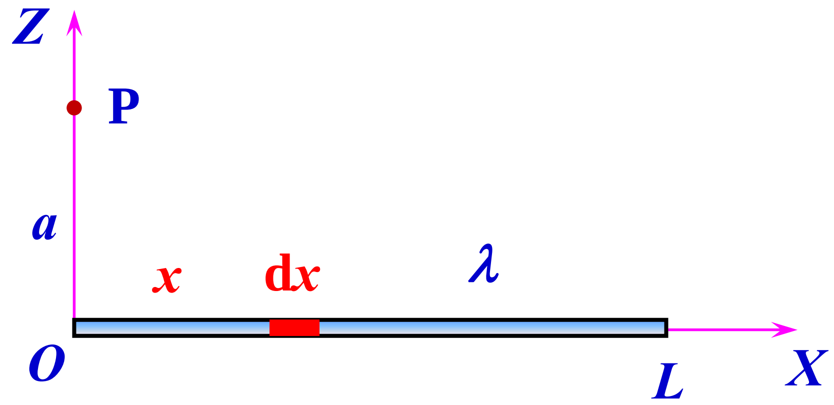
二、掌握已知电势与电场强度的相互关系

$$\vec{E} = -\mathrm{grad}U = -\nabla U = -(\frac{\partial U}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial U}{\partial z}\vec{k})$$

$$E_x = -\frac{\partial U}{\partial x} \qquad E_y = -\frac{\partial U}{\partial y} \qquad E_z = -\frac{\partial U}{\partial z}$$

重点掌握已知 $U(x,y,z)$ 求电场强度，注意公式中的负号！

【例题】如图所示, 已知一长为L, 均匀带电Q 的细棒, 求Z 轴上一点P 的电势及电场强度的Z 轴分量.



解: $\lambda = \dfrac{Q}{L}$ 在细棒取一电荷微元 $\mathrm{d}q=\lambda \mathrm{d}x$

$$\mathrm{d}U_p = \frac{\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0 r} = \frac{\lambda \mathrm{d}x}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{a^2+x^2}}$$

$$U_p = \int_0^L \frac{\lambda \mathrm{d}x}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{a^2+x^2}} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 L}\ln\frac{L+\sqrt{L^2+a^2}}{a}$$

在Z轴上任一点的电势应为

$$U_z = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 L}\ln\frac{L+\sqrt{L^2+z^2}}{z} \qquad \therefore\ E_z = -\frac{\partial U_z}{\partial z} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 z\sqrt{L^2+z^2}}$$

三、静电平衡下导体的性质

1. 导体内部场强为零 $E_{内}=0$, $\vec{E}$表面⊥导体表面 $\vec{E}_{表面}=\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}$

2. 电荷分布在导体表面上, 导体内部无电荷 $\sum q_{内}=0$

3.导体是等势体, 导体表面是等势面

利用上述条件, 求静电平衡时相应的电场强度与电势:

★注意: 首先要重新确定电荷的分布, 可利用电荷守恒定律（导体不接地时）

★注意: 导体接地时是 $U=0$（电量不一定等于零！）, 两导体相连时是 $U_1=U_2$

★注意: 导体附近有点电荷存在时,求感应电荷的方法, 是以对称中心的电势为参考, 叠加各部分电势, 通过电势关系求出感应电荷.

理解掌握书上例10.1和10.2

【例题】在一接地导体球壳 A 内有一同心的表面均匀带电导体球 B, A 外有电量为 Q 的点电荷. 已知点电荷与体球壳 A 的球心距离为 R, 球壳 A 的外表面半径为 a. 设它们离地都很远, 求 A 外表面的总电量.

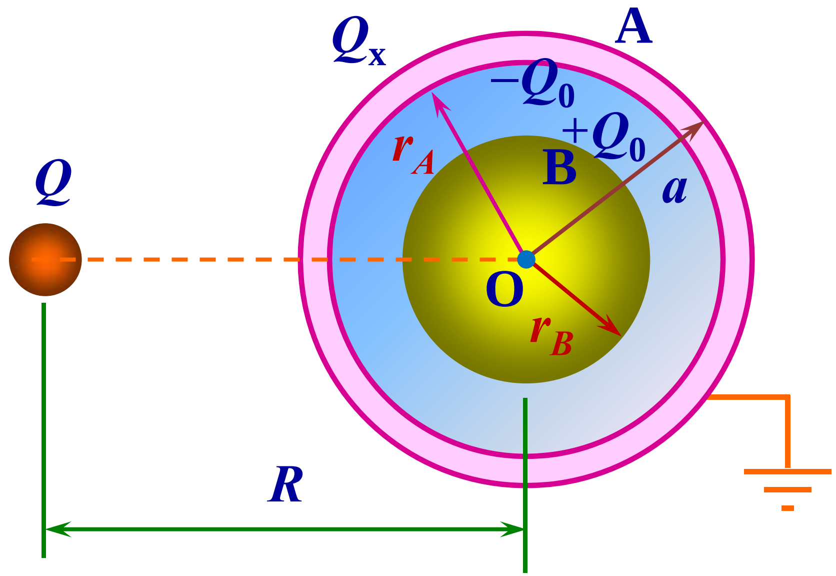
解: 设 B 球外表面带电为 $+Q_0$, 则 A 球内表面带电为 $-Q_0$, A球外表面带电为Q_x

球心电势为:

$$U_O = U_O - U_A = \int_{r_B}^{r_A} \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$= \int_{r_B}^{r_A} \frac{+Q_0}{4\pi\varepsilon_0 r^2} dr = \frac{+Q_0}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right)$$

(1)



又球心电势为各带电体电势的代数和, 则

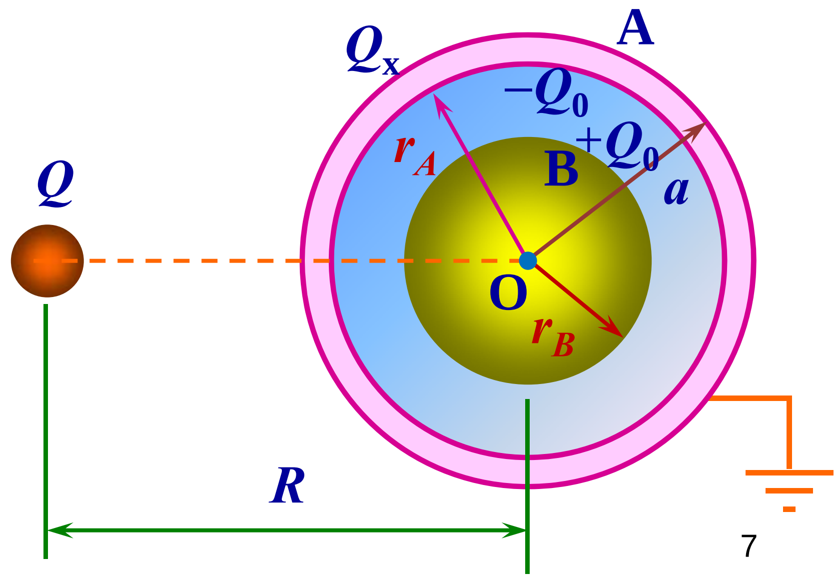
$$U_0 = \frac{+Q_0}{4\pi\varepsilon_0 r_B} + \frac{-Q_0}{4\pi\varepsilon_0 r_A} + \frac{Q_x}{4\pi\varepsilon_0 a} + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} \qquad \textbf{(2)}$$

显然(1) = (2), 即

$$\frac{+Q_0}{4\pi\varepsilon_0 r_B} + \frac{-Q_0}{4\pi\varepsilon_0 r_A} + \frac{Q_x}{4\pi\varepsilon_0 a} + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{+Q_0}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right)$$

得

$$Q_x = -\frac{a}{R}Q$$

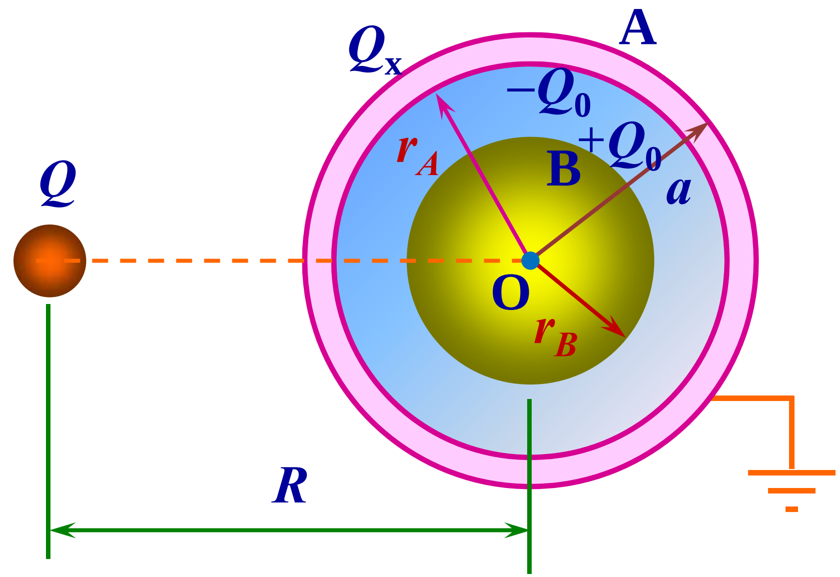


解法2: 由静电屏蔽可知, 对于A球壳外表面的总电量而言, 球壳A等效于实心导体球.

球心电势为:

$$U_{\mathrm{O}}=\frac{Q_x}{4\pi\varepsilon_0 a}+\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}=0$$

$$Q_x=-\frac{a}{R}Q$$



四、电容器的电容

重点掌握**计算电容的基本步骤**:

1. 先假设两极板分别带电$+q$、$-q$;

2. 用高斯定理求电场强度的分布;

3. 求两极板间的电势差;

4. 计算电容

$$C=\frac{q}{U_A-U_B}$$

解题关键在于掌握各种电容器内部的电场强度分布

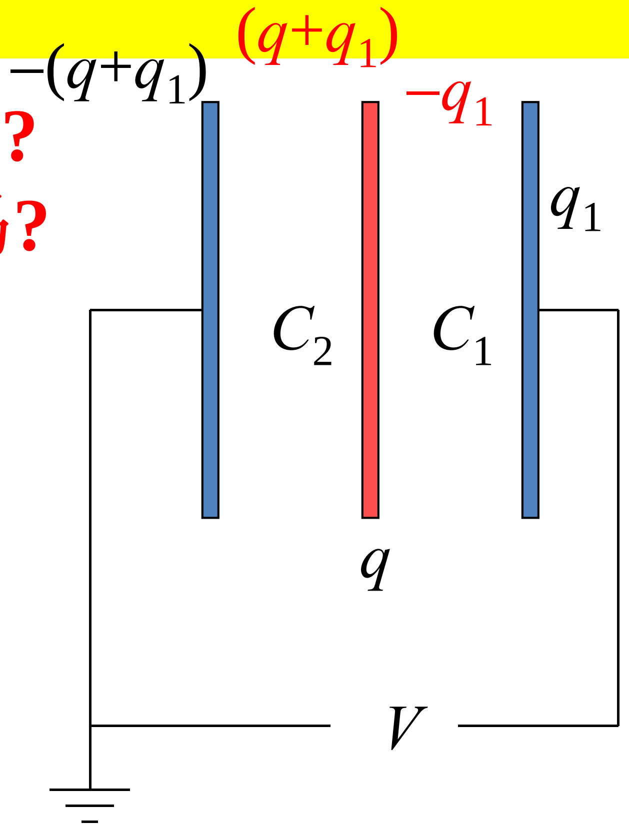
也可以记住常见的三种电容器的电容表达式, 再通过串并联求解!

$$C=\varepsilon\frac{S}{d}\qquad C=\frac{2\pi\varepsilon\, l}{\ln(R_B/R_A)}\qquad C=4\pi\varepsilon\frac{R_AR_B}{R_B-R_A}$$ 其中 $\boldsymbol{\varepsilon}=\boldsymbol{\varepsilon}_0\boldsymbol{\varepsilon}_r$

【例题】两块面积为A的大平行导体板, 相距为d, 且有固定的电势值, 分别为0与V伏, 若把第三块同样大小的均匀带电薄板放置在现两板的正中央, 此带电板所带电量为q. 则此带电板的电势为多少?

分析1:设带电板的电势为U, $q=0$ 时,$U=$?

分析2:第三块电板的厚度对U 有影响吗?



解: 由静电平衡条件, 设各极板带电量如右图,所求带电板的电势为U

$$C_1=\frac{q_1}{V-U} \quad (1)$$

$$C_2=\frac{q+q_1}{U} \quad (2)$$

$$C_1=C_2=\frac{\varepsilon_0 A}{d/2} \quad (3)$$

$$\Rightarrow U=\frac{1}{2}(V+\frac{qd}{2\varepsilon_0 A})$$

若第三块板厚为t, 则

$$U=\frac{1}{2}[V+\frac{q(d-t)}{2\varepsilon_0 A}]$$

五、静电场中的电介质

了解电介质的极化过程及微观本质，重点掌握电介质中的高斯定理及应用方法!

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$$

$$\oiint_S \vec{D} \cdot \mathrm{d}\vec{S} = \sum_{\text{in}} q_0$$

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \vec{E} = \varepsilon \vec{E}$$

$$\vec{P} = \varepsilon_0 \chi_e \vec{E} = \varepsilon_0 (\varepsilon_r - 1) \vec{E}$$

$$\sigma' = \vec{P} \cdot \vec{n} = P \cos\theta$$

有电介质存在时解题均应先求***D*** (***D***与电介质无关), 再求***E*** 等其它物理量！！

灵活使用补偿或叠加原理.

六、计算电场能量的常用方法

$$w_{\mathrm{e}} = \frac{1}{2}DE = \frac{1}{2}\varepsilon_0\varepsilon_r E^2 = \frac{1}{2}\varepsilon E^2$$

$$W = \iiint_V w_{\mathrm{e}} \mathrm{d}V$$

$$\mathrm{d}V = \begin{cases} 4\pi r^2 \cdot \mathrm{d}r \ (\text{球}) \\ 2\pi r l \cdot \mathrm{d}r \ (\text{柱}) \\ S \cdot \mathrm{d}r \ (\text{板}) \end{cases}$$

电容器的能量:

$$W = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}CU^2$$

★. 平行板电容器中 ε_r、d 的变化, 讨论外力所做的功, 应分电源断开与不断开两种情况来讨论.

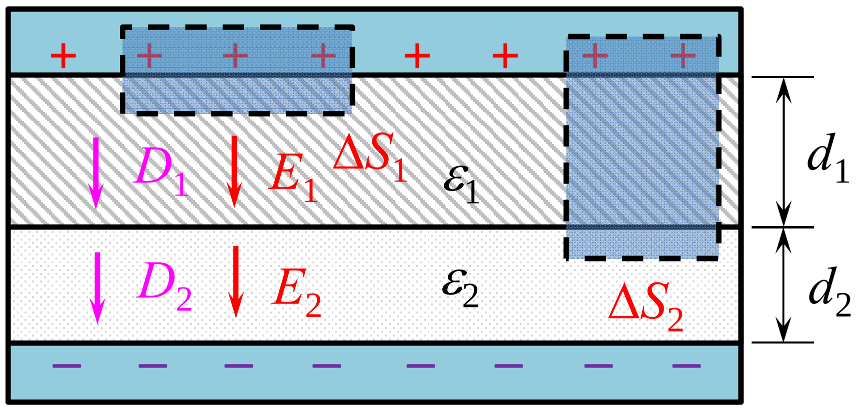
(复习课本例10.7、课件相关例题中电源不断开的情况)

✍

例10.4(p77)

(1)求电容。

解： 设两极板带电$\pm q$,



作两个柱形高斯面S_1、S_2,

$$\oint\!\!\!\oint_{S_1} \vec{D}\cdot d\vec{S} = D_1\Delta S_1 = \sigma\Delta S_1 \qquad \therefore \boldsymbol{D_1=\sigma} \qquad \therefore E_1 = \frac{D_1}{\varepsilon_0\varepsilon_{r1}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon_{r1}} = \frac{q}{\varepsilon_1 S}$$

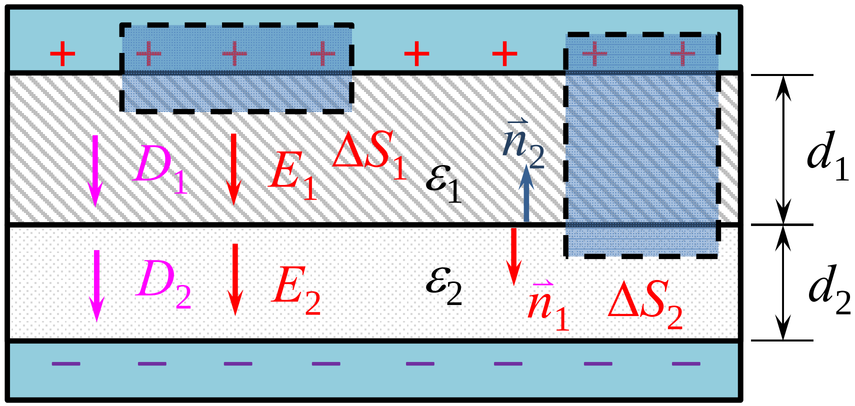
$$\oint\!\!\!\oint_{S_2} \vec{D}\cdot d\vec{S} = D_2\Delta S_2 = \sigma\Delta S_2 \qquad \therefore \boldsymbol{D_2=\sigma} \qquad E_2 = \frac{D_1}{\varepsilon_0\varepsilon_{r2}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon_{r2}} = \frac{q}{\varepsilon_2 S}$$

$$\Delta U = U_A - U_B = \int_l \vec{E}\cdot d\vec{l} = E_1 d_1 + E_2 d_2 = \frac{q}{S}\left(\frac{d_1}{\varepsilon_1}+\frac{d_2}{\varepsilon_2}\right)$$

$$\therefore C = \frac{q}{\Delta U} = \frac{\varepsilon_1\varepsilon_2 S}{\varepsilon_1 d_1 + \varepsilon_2 d_2}$$

例10.4(p77)

(2)求介质交界面处 σ'.



解: 介质交界面处 σ', 等于两介质分别在界面上的极化电荷面密度的代数和

$$\sigma' = \sigma_1' + \sigma_2' = P_1\cos\theta_1 + P_2\cos\theta_2$$

$$= P_1\cos 0^\circ + P_2\cos\pi = P_1 - P_2$$

$$= (\varepsilon_{r1}-1)\,\varepsilon_0 E_1 - (\varepsilon_{r2}-1)\,\varepsilon_0 E_2$$

$$= \frac{(\varepsilon_{r_1}-\varepsilon_{r_2})}{\varepsilon_{r_1}\varepsilon_{r_2}}\frac{q}{S}$$

复习巩固书上例10.5（及课件补充计算）和习题10.15

【稳恒磁场】:

一、熟练掌握磁场分布 (磁感应强度) 的求解

1、掌握电流的定义, 确切理解电流元产生磁场的概念, 掌握毕--萨定律及其应用

$$I = \frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} \qquad \mathrm{d}\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\mathrm{d}\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$

运动电荷所产生的磁感应强度: $\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v} \times \vec{r}}{r^3}$

2、熟练应用安培环路定律求解电流分布具有高度对称性时的磁场分布

$$\oint_L \vec{B} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \mu_0 \sum_i I_i$$

注意 ***I*** 的正负与闭合回路环绕方向的关系

3、记住几种常见的磁场分布

(1). 有限长直载流导线的磁场

$$B=\frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1-\cos\theta_2)$$ 注意$\boldsymbol{\theta_1}$、$\boldsymbol{\theta_2}$的确定

无限长直导线: $B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi a}$ 半无限长直载流导线: $B=\dfrac{\mu_0 I}{4\pi a}$

载流圆柱形长直导体 $\begin{cases} \text{外:} & B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r} \\ \text{内:} & B=\dfrac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} \end{cases}$

具体应用注意电流面密度的定义 $\sigma=\dfrac{I_{\text{总}}}{S_{\perp}}$

(2). 载流圆线圈轴线上的磁场

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

圆心处 $B=\frac{\mu_0 I}{2R}$

一段载流圆电流在圆心处的磁场 $B=\frac{\mu_0 I}{2R}\cdot\frac{\theta}{2\pi}$

(3). 无限长直螺线管的磁场 $\boldsymbol{B=\mu_0 nI}$

(4). 螺绕环内部的磁场

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

当$\boldsymbol{R_2-R_1 \ll R_1, R_2}$时：$\boldsymbol{B=\mu_0 nI}$

(5). 无限大载流平面

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

4、熟练掌握利用磁场叠加原理求解磁感应强度

★会用已知结果（特别是直线与圆组合）的叠加（几种电流在同一点P的磁场叠加）

$$\vec{B}_P = \vec{B}_{1P} + \vec{B}_{2P} + \cdots$$

在应用已有结论时要特别注意公式的变形、电流元的选取.

如无限长直导线的:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \Rightarrow \mathrm{d}B = \frac{\mu_0 \mathrm{d}I}{2\pi r}$$

圆电流中心处

$$B = \frac{\mu_0 I}{2r} \Rightarrow \mathrm{d}B = \frac{\mu_0 \mathrm{d}I}{2r}$$

载流圆线圈轴线上

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

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

运动电荷的等效电流换算法:

$\boldsymbol{I=\nu q}$或$\boldsymbol{\mathrm{d}I=\nu \mathrm{d}q}$, $\nu = \dfrac{\omega}{2\pi}$ 是转速

二、磁力、磁力矩

1. 洛仑兹力 $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$

正确判断洛仑兹力的方向, 与q的正负有关

2. 安培力 $\mathrm{d}\vec{F} = I\mathrm{d}\vec{l} \times \vec{B}$ (其中B为外磁场) $\vec{F} = \int \mathrm{d}\vec{F}$

叠加时先分解再合成 $\begin{cases} F_x = \int \mathrm{d}F_x \\ F_y = \int \mathrm{d}F_y \end{cases}$

3. 磁力矩

均匀磁场中的平面载流线圈所受的磁力矩为

$$\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$$

其中 $\vec{p}_m = NIS\,\hat{n}$ 为磁矩, S为线电流I包围的面积, 方向与电流方向成右手螺旋法则。

非均匀磁场中 $\vec{M} = \int \vec{r} \times \mathrm{d}\vec{F}$

4. 磁力的功

$$A = I\Delta\Phi$$

三、带电粒子在磁场中的运动

1、霍尔效应：

$$U_H = R_H \frac{IB}{h} \qquad R_H = \frac{1}{nq}$$

(注意霍尔电压的高低判断, 先确定所受磁力的方向. h是磁场方向的宽度)

2、带电粒子在均匀横向磁场中的匀速圆周运动：

$$qv_\perp B = \frac{mv_\perp^2}{R}$$ 半径 $$R = \frac{mv_\perp}{qB}$$ 周期 $$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

四、静磁场中的磁介质

了解三类磁介质的磁化过程及微观本质, 重点掌握磁介质中的安培环路定理及应用方法!

1、顺、抗磁质中***B***、***H***、***M***、$\boldsymbol{j_m}$的计算

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M}$$

$$\oint_L \vec{H} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \sum_{\mathrm{in}} I_0$$

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

$$\vec{M} = \chi_m \vec{H} = (\mu_r - 1)\vec{H}$$

$\boldsymbol{j_m} = \boldsymbol{M}, \boldsymbol{I_m}$, 方向的判断

$$\oint_L \vec{M} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \sum_{in} I_m$$

有磁介质存在时解题均应先求***H***, 再求***B***, ***M***等其它物理量!

2. 铁磁质:

了解铁磁质的特性及磁畴、剩磁、矫顽力、磁滞回线、居里点等概念。

【电磁感应】

一、理解产生感应电动势的条件及实验事实，理解产生感应电动势的非静电力及电动势的计算方法：

1、不论是动生电动势或感生电动势均可由法拉第电磁感应定律求解

$$\varepsilon=-\frac{\mathrm{d}\Phi_B}{\mathrm{d}t}=-\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\iint_S \vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{S}$$

具体计算时也可先算出电动势的绝对值(必要时添加不产生附加电动势的辅助线), 再用愣次定律判定方向.

【注意】：关键是要有闭合回路或曲面来计算磁通量; 而且一定要求任一时刻的总磁通量$\Phi_B(t)$, 才能用法拉第定律求总感应电动势.

2、动生电动势

(1) 定义　$\vec{E}_K = \vec{v} \times \vec{B}$　　$\mathrm{d}\varepsilon_i = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \mathrm{d}\vec{l}$

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

注意：计算动生电动势时，不要考虑磁场的变化！

(2) 法拉第电磁感应定律

构造闭合回路, 求总磁通量 $\boldsymbol{\Phi_B(t)}$,　$\varepsilon = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi_B}{\mathrm{d}t}$

必须有 $\boldsymbol{\varepsilon}_{总} = \boldsymbol{\varepsilon}$

3、感生电动势

(1) 定义

※.先求涡旋电场强度, 再求感生电动势, 这种方法仅适用于磁场分布具有高度对称性的情况;

磁场分布具有高度对称性的情况：（只有在载流密绕无限长圆柱内——柱对称均匀磁场下才可求出涡旋电场强度）

$$\oint_L \vec{E}_i \cdot d\vec{l} = -\iint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

$$E_{i内} = -\frac{r}{2}\frac{dB}{dt} \qquad (r \le R)$$

$$E_{外} = -\frac{R^2}{2r}\frac{dB}{dt} \qquad (r > R)$$

※. 再求感生电动势 $\varepsilon_{感生} = \int_a^b \vec{E}_i \cdot d\vec{l}$

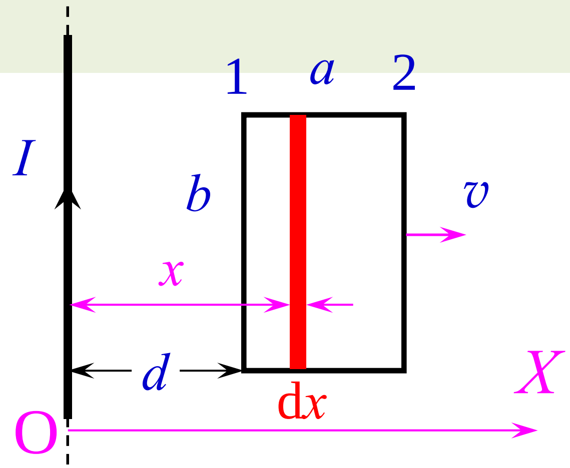
(2) 法拉第电磁感应定律

构造闭合回路, 求总磁通量 $\boldsymbol{\Phi_B(t)}$, $\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

难点：动生电动势、感生电动势同时存在的情况，根据具体题目分开计算或直接应用法拉第电磁感应定律一起求。

复习巩固例**14.3**（及课件补充讨论）、习题**14.17**

【例题 】一无限长直导线与一矩形($a\times b$)线圈共面, 如图所示(t=0 时刻,相距为d), 直导线中通有电流 $I=I_0e^{-kt}$ (I_0、k 为正常数), 矩形线圈以速度 v 向右作匀速平动, 求任一时刻 t 矩形线圈中的感应电动势.



解1: 建立坐标系, 取面元 $\mathrm{d}S=b\cdot\mathrm{d}x$

通过面元的磁通量 $\mathrm{d}\Phi=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi x}\cdot b\mathrm{d}x$

则t时刻线圈的磁通量为

$$\Phi(t)=\int_{d+vt}^{d+a+vt}\frac{\mu_0 I}{2\pi x}\cdot b\mathrm{d}x=\frac{\mu_0 b I_0 \mathrm{e}^{-kt}}{2\pi}\ln\frac{d+a+vt}{d+vt}$$

$$\varepsilon=-\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$$

方向为顺时针

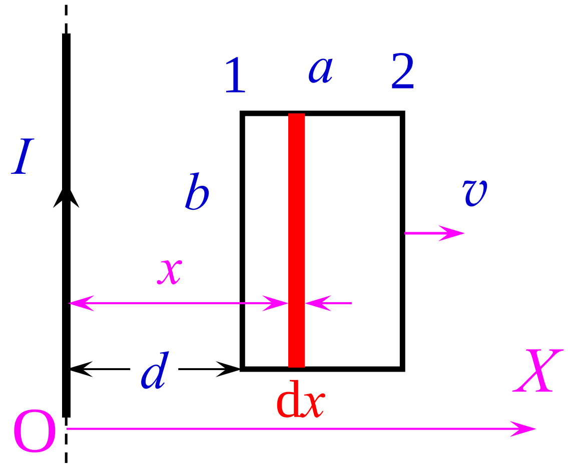
$$=\frac{\mu_0 b I_0 k\mathrm{e}^{-kt}}{2\pi}\ln\frac{d+a+vt}{d+vt}+\frac{\mu_0 b v I_0 \mathrm{e}^{-kt}}{2\pi}\left(\frac{1}{d+vt}-\frac{1}{d+a+vt}\right)$$

解2： 本题也可以将动生和感生电动势分开单独计算。

$$\varepsilon_{动} = B_1 bv - B_2 bv$$

$$= \frac{\mu_0 I_0 \mathrm{e}^{-kt}}{2\pi}\left(\frac{1}{d+vt} - \frac{1}{d+a+vt}\right)bv$$

方向为顺时针



$$\varepsilon_{感} = -\left.\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}\right|_{线圈不动} = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\iint \vec{B}\bullet \mathrm{d}\vec{S}\right)_{线圈不动}$$

$$= -\int \frac{\partial B}{\partial t}\cdot b\cdot \mathrm{d}x = \int_{d+vt}^{d+a+vt} \frac{\mu_0 I_0 k \mathrm{e}^{-kt}}{2\pi x} b\,\mathrm{d}x$$

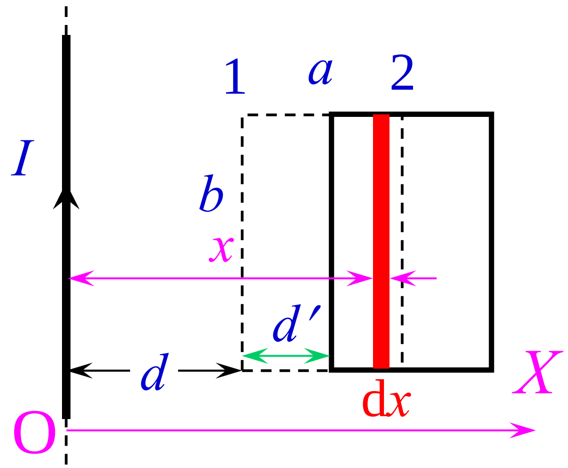
$$= \frac{\mu_0 b I_0 k \mathrm{e}^{-kt}}{2\pi}\ln\frac{d+a+vt}{d+vt}$$ 方向为顺时针

注意分析动生、感生和感应电动势的大小、方向区别.

$$\varepsilon = \varepsilon_{动} + \varepsilon_{动} = \ldots$$

或： $$\Phi(t)=\int_{d+d'}^{d+a+d'}\frac{\mu_0 I}{2\pi x}\cdot b\mathrm{d}x=\frac{\mu_0 b I_0 \mathrm{e}^{-kt}}{2\pi}\ln\frac{d+a+d'}{d+d'}$$

线圈不动，d'是常量



$$\varepsilon_{感}=-\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}_{线圈不动}$$

$$=\frac{\mu_0 b I_0 k\mathrm{e}^{-kt}}{2\pi}\ln\frac{d+a+d'}{d+d'}$$

将$d'=vt$代入上式得

$$\varepsilon_{感}=\frac{\mu_0 b I_0 k\mathrm{e}^{-kt}}{2\pi}\ln\frac{d+a+vt}{d+vt}$$

方向为顺时针

$\boldsymbol{\varepsilon}=\boldsymbol{\varepsilon}_{动}+\boldsymbol{\varepsilon}_{动}=\ldots$

二、掌握自感、互感系数的定义及计算方法；理解磁场的能量分布特点，掌握磁场能量的计算方法。

1. ★自感系数：

静态定义： $\boldsymbol{\Psi = LI}$ **(1)**

动态定义： $\varepsilon_L = -L\dfrac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$ **(2)**

其计算步骤与计算电容很类似：

(1). 假设线圈通有电流***I***;

(2). 求出磁场分布;

(3). 计算相应的磁通量;

(4). 用 **(1)**式或**(2)**式求出***L*** **(*I***一定消去**)**.

长直螺线管 $\boldsymbol{L=\mu n^2 V}$

磁能： $W_m = \dfrac{1}{2}LI^2$

$L = \dfrac{2W_m}{I^2}$ 另一种求***L***的方式

2. ★互感系数

定义: $\Psi_2 = MI_1$ 或 $\Psi_1 = MI_2$

$M_{21}=M_{12}=M$ 为计算 M 带来很大的灵活性

互感电动势: $\varepsilon_2 = -M\dfrac{\mathrm{d}I_1}{\mathrm{d}t}$, $\varepsilon_1 = -M\dfrac{\mathrm{d}I_2}{\mathrm{d}t}$

求互感电动势时一般总是先求 M 后求ε

计算互感系数特别注意:

(1). 先在容易求出磁场分布的线圈中, 假设通有电流I;

(2). 求出相应的磁场分布;

(3). 在另一个容易计算磁通量的回路中求互感磁通量;

(4). 用上述公式求出M (I一定消去).

3、磁场的能量

$$w_m = \frac{1}{2} BH$$

均匀磁场 $$W_m = \frac{1}{2} BH \cdot V$$

非均匀磁场 $$W_m = \iiint\limits_V w_m \cdot \mathrm{d}V$$

自感储能: $$W_\mathrm{m} = \frac{1}{2} LI^2$$

三、电磁场与电磁波：

1. 位移电流 (与传导电流有何不同?)

位移电流 $I_d = \dfrac{\mathrm{d}\Phi_D}{\mathrm{d}t}$，位移电流密度 $\vec{j}_d = \dfrac{\mathrm{d}\vec{D}}{\mathrm{d}t}$

★重点掌握平行板电容器中j_D的计算。

——注意位移电流是均匀分布在两极板之间

$$j_D = \frac{\mathrm{d}D}{\mathrm{d}t} = \varepsilon_0\varepsilon_r \frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t} = \frac{\varepsilon_0\varepsilon_r}{d}\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}t} \qquad I_d = j_D \cdot S$$

2. 全电流安培环路定理：(全电流是连续的)

$$\oint_L \vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = I + I'_d \qquad I'_d = \pi r^2 \cdot j_D$$

3、Maxwell方程组

★掌握积分形式及每个方程的物理意义

$$\oiint_S \vec{D} \bullet \mathrm{d}\vec{S} = \iiint_V \rho \mathrm{d}V = \sum q$$

$$\oint_L \vec{E} \bullet \mathrm{d}\vec{l} = -\frac{\mathrm{d}\Phi_m}{\mathrm{d}t} = -\iint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \bullet \mathrm{d}\vec{S}$$

$$\oiint_S \vec{B} \bullet \mathrm{d}\vec{S} = 0$$

$$\oint_L \vec{H} \bullet \mathrm{d}\vec{l} = \sum (I + I_d) = \iint_S \vec{j} \bullet \mathrm{d}\vec{S} + \iint_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \bullet \mathrm{d}\vec{S}$$

4.电磁波的性质（四条，详见教材P258，了解）

$$c=\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}} \qquad v=\frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}} \qquad \frac{E}{H}=\frac{E_0}{H_0}=\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}$$

5.电磁波的能量

电磁场的总能量密度：

$$w=w_e+w_m=\frac{1}{2}\varepsilon E^2+\frac{1}{2}\mu H^2$$

电磁波的能流密度——坡印廷矢量

$$\vec{S}=\vec{E}\times\vec{H}$$

$$S=w\cdot v=E\cdot H \qquad \bar{S}=\frac{1}{2}E_0H_0$$

复习巩固书上例15.2和习题15.14