大学物理(II)复习

【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:

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

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)

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

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

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

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!

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

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 $\boldsymbol{\varepsilon}=\boldsymbol{\varepsilon}_0\boldsymbol{\varepsilon}_r$

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.

复习巩固书上例10.5（及课件补充计算）和习题10.15

六、计算电场能量的常用方法

$$w_e = \frac{1}{2}DE = \frac{1}{2}\varepsilon_0\varepsilon_r E^2 = \frac{1}{2}\varepsilon E^2$$

$$W = \iiint_V w_e \mathrm{d}V$$

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

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)

【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: $\vec{B} = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{q\vec{v} \times \vec{r}}{r^3}$

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 $\begin{cases}\text{外:}\quad B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\\[2ex]\text{内:}\quad B=\dfrac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}\end{cases}$

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 $B=\dfrac{\mu_0 I}{2R}$

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

(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:

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

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

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*、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。

期中考试后

【电磁感应】 第十四章 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 $\Phi_B(t)$, 才能用法拉第电磁感应定律求总感应电动势.

2、动生电动势

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

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

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 $\boldsymbol{\Phi_B(t)}$, $\quad \varepsilon=-\dfrac{\mathrm{d}\Phi_B}{\mathrm{d}t}$

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

3、感生电动势

(1) 电动势定义

※.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)

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

$$E_{i内} = -\frac{r}{2}\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t} \qquad (r \le R)$$

$$E_{i外} = -\frac{R^2}{2r}\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t} \qquad (r > R)$$

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

(2) 法拉第电磁感应定律

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

4、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. 具体方法参阅课件相应内容.

复习巩固例14.3 (及课件中的讨论)、习题14.17

二、掌握自感、互感系数的定义及计算方法

1. ★自感系数和自感电动势:

静态定义: $\Psi = LI$ (1)

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

a、利用定义计算自感系数的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—面元法向只能取一个方向

(4). 用 (1)式或(2)式求出L (I一定消去).

$$\boxed{\text{长直螺线管}\quad L=\mu n^2 V}$$

b、利用磁能计算自感系数

$$\boxed{\text{磁能:}\ W_{\mathrm{m}} = \frac{1}{2}LI^2}\qquad L = \frac{2W_{\mathrm{m}}}{I^2}$$

求L的另一种方法

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: (1) $\varepsilon_2 = -M\dfrac{\mathrm{d}I_1}{\mathrm{d}t}$, $\varepsilon_1 = -M\dfrac{\mathrm{d}I_2}{\mathrm{d}t}$

这种方法一般总是先求 M 后求ε

互感电动势: (2) $\varepsilon_2 = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi_{B21}}{\mathrm{d}t}\Big|_{I_1}$, $\varepsilon_1 = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi_{B12}}{\mathrm{d}t}\Big|_{I_2}$

★计算互感系数的步骤:

(1). 先在容易求出磁场分布的线圈中, 假设通电流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

—— 面元法向也只能取一个方向;

(4). 用上述公式求出M (I一定消去).

三、磁场的能量

理解磁场能量的分布特点, 掌握磁场能量的计算方法.

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

均匀磁场 $$W_m = \frac{1}{2} BH \cdot V$$

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

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

一. 位移电流 (与传导电流有何不同?)

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

★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

$$j_D = \frac{\mathrm{d}D}{\mathrm{d}t} = \varepsilon_0\varepsilon_r\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t} = \frac{\varepsilon_0\varepsilon_r}{d}\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}t}$$

$$I_d = j_D \cdot S$$

二. 全电流安培环路定理: (全电流是连续的)

$$\oint_L \vec{H}\cdot\mathrm{d}\vec{l} = I + I_d'$$

$$I_d' = \pi r^2 \cdot j_D$$

三、Maxwell方程组

★掌握积分形式及每个方程的物理意义

$$\oiint_S \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \sum_{\text{in}} q = \iiint_V \rho \mathrm{d}V$$

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

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

$$\oint_L \vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = \sum_{\text{in}} (I + I_d) = \iint_S \vec{j}\cdot \mathrm{d}\vec{S} + \iint_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}\cdot \mathrm{d}\vec{S}$$

四. 电磁波的性质（四条, 详见教材P258, 了解）

横波、偏振、相位和数值关系、波速

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

五. 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

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

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

复习巩固书上例15.2、习题15.14和课件相关例题

【波动光学】 第十六章 光的干涉

重点掌握光程差的定义, 光程差与位相差的关系, 熟悉掌握各类干涉的明纹 (暗纹) 条件、各个公式中k的取值与级数的关系, 条纹移动的计算等. 记住各种干涉装置的光路图.

首先找到干涉的两条光线, 再计算它们到叠加点的光程差$\delta = n_1 r_1 - n_2 r_2$, 同时考虑有无半波损失.

$$\delta = n_2 r_2 - n_1 r_1 + \delta' = \begin{cases} \pm k\lambda \quad , k=0,1,2,\ldots \text{加强 (明纹)} \\ \pm(2k+1)\dfrac{\lambda}{2}, k=0,1,2,\ldots \text{减弱 (暗纹)} \end{cases}$$

1、杨氏双缝干涉

$$\delta = d\sin\theta = \begin{cases} \pm k\lambda & k = 0,1,2,\ldots \text{明纹} \\ \pm(2k-1)\dfrac{\lambda}{2} & k = 1,2,3,\ldots \text{暗纹} \end{cases}$$

注: 为什么暗条纹条件不写为 $\pm(2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$ $\boldsymbol{k = 0,1,2,\ldots}$

零级条纹在光程差为零处, 两侧是±1级, ±2级,…条纹.

相邻明条纹 (或暗条纹) 的间距为:

$$\Delta x = x_{k+1} - x_k = \frac{D}{d}\lambda$$

近轴条件下: $d \cdot \sin\theta \approx d\dfrac{x}{D}$

条纹移动必然对应光程差的改变:

$$\Delta\delta = \delta_2 - \delta_1 = N\lambda$$

复习巩固习题16.3

2、薄膜干涉

a、首先确定薄膜, 找到哪两条光线干涉,
是反射光干涉还是透射光干涉;

b、确定有无半波损失, 计算光程差;

c、由明暗条纹的干涉条件, 分析干涉条纹的特征.

(1) 匀厚薄膜干涉 (等倾干涉)

干涉条纹：一系列明暗相间内疏外密的同心圆环,
中央条纹级次最高.

$$\delta = 2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2\sin^2 i} + \delta' = \begin{cases} k\lambda & k = 1,2,3,\ldots \text{明纹} \\ (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & k = 0,1,2,,\ldots \text{暗纹} \end{cases}$$

(2) 劈尖干涉 (等厚干涉)

干涉条纹: 一系列与棱边平行的、明暗相间等距的直条纹.

$$\delta = 2ne + \delta' = \begin{cases} k\lambda & k=1,2,3,\ \ldots \text{明纹} \\ (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & k=0,1,2,\ \ldots \text{暗纹} \end{cases}$$

相邻干涉条纹对应的薄膜厚度差: $\Delta e = \dfrac{\lambda}{2n}$

干涉条纹间距: $\Delta l = \dfrac{\Delta e}{\sin\theta} \approx \dfrac{\lambda}{2n\theta}$

(3) 牛顿环 (等厚干涉)

干涉条纹: 一系列明暗相间, 内疏外密的同心圆环, 中央条纹级次最低.

$$\delta = 2ne + (\frac{\lambda}{2}) = \begin{cases} k\lambda & k = 1,2,3,\ldots \text{明纹} \\ (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & k = 0,1,2,,\ldots \text{暗纹} \end{cases}$$

明环半径: $r = \sqrt{(k - \frac{1}{2})\frac{R\lambda}{n}}$, $k = 1,2,3,\ldots$

暗环半径: $r = \sqrt{\frac{kR\lambda}{n}}$, $k = 0,1,2,,\ldots$

注意其中几何关系 $e = \dfrac{r^2}{2R}$

注意牛顿环的变形

3、了解迈克耳孙干涉仪: 结构、原理及应用

$2d=\Delta N\cdot\lambda$ 或 $2(n-1)d=\Delta N\cdot\lambda$

求波长、或条纹移动的总数

4、干涉的应用:

(1) 测量细丝直径和微小厚度变化

(2) 检查表面质量等

(3) 增透膜 高反膜

$$\delta=2n_2e=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

$k=0,1,2,,\ldots$

$$2n_2e+\frac{\lambda}{2}=k\lambda$$

$k=1,2,3,\ldots$

复习巩固: 习题16.10, 16.15

理解衍射角θ的含义及与总光程差、屏上位置的关系

1、单缝夫琅禾费衍射

(1) 明暗条纹的角位置: (应用半波带法)

$$\delta = a\sin\theta = \begin{cases} 0 & \text{所有光线都加强} \Rightarrow \text{中央明纹} \\ \pm 2k\dfrac{\lambda}{2} = \pm k\lambda & k=1,2,3,\ldots\ \text{暗纹中心} \\ \pm(2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & k=1,2,3,\ldots\ \text{明纹中心} \end{cases}$$

(2) 明暗条纹的衍射屏上位置

$x_k = f\cdot\tan\theta_k$, 当 $\theta\leq 5°$时, $\sin\theta\approx\tan\theta\approx\theta$

中央明纹宽度 $\Delta x_{中} = \dfrac{2f\lambda}{a}$ 其它明纹宽度 $\Delta x = \dfrac{f\lambda}{a}$

2、光栅衍射

光栅衍射的整个过程是平行光先经各个单缝衍射后，再进行多光束干涉！

光栅的衍射条纹 = 单缝衍射 + 多光束干涉

掌握光栅常数的定义, 理解 ***d=a+b*** 中各项的意义.

(1)、光栅衍射的条纹结构

光栅衍射条纹的明纹条件为：(光栅方程)

$$d\sin\theta = \pm k\lambda;\ \ k = 0,1,2,\ldots;\ \text{主极大}$$

光栅衍射条纹的暗纹条件为:

$$Nd\sin\theta = \pm k'\lambda;\ \ k' = 1,2,\ldots,\ k' \neq kN;\ \ \text{极小}$$

缺级条件:

$$\left.\begin{aligned} d\sin\theta &= k_2\lambda \\ a\sin\theta &= k_1\lambda \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{d}{a} = \frac{k_2}{k_1}$$

为整数比时,

满足 $k_2 = \dfrac{d}{a}k_1$ 为整数的主极大缺级

注意：

(i) 单缝衍射条纹的明暗条件与干涉条纹的明暗条件形式上相反, 注意它们的区别、以及和光栅方程的区别.

(ii) 单缝衍射和光栅衍射, 若光线垂直入射, 两侧条纹对称分布.

(iii) 斜入射时的光栅方程

$$d(\sin\varphi+\sin\theta)=\pm k\lambda;\ \ k=0,1,2,\ldots;\ \text{主极大}$$

$\boldsymbol{\varphi}$和$\boldsymbol{\theta}$的符号规定：法线的同侧同号，异侧异号。

最大的改变是条纹不再对称分布，两侧$\boldsymbol{k_{\max}}$不同！

或 $$d(\sin\theta\pm\sin\varphi)=\pm k\lambda;\ \ k=0,1,2,\ldots;\ \text{主极大}$$

(2) 光栅的分辨本领（分辨波长）：

$$R_{\text{要求}}=\frac{\lambda}{\Delta\lambda}\leq kN=R_{\text{达到}}$$

复习巩固习题17.17

3、圆孔衍射: (记住公式，理解每个符号意义)

(1) 第一级暗环的角位置 $\theta_1 = 1.22\dfrac{\lambda}{D}$

(2) 爱里斑及瑞利判据

(3) 光学仪器的最小分辨角与分辨本领（分辨细节）：

$$\theta_{\min} = \theta_1 = 1.22\frac{\lambda}{D} \qquad R = \frac{1}{\theta_{\min}} = \frac{D}{1.22\lambda}$$

4、X射线在晶体上的衍射:

布喇格方程:

$$2d\sin\theta = k\lambda; \qquad k = 1,2,\ldots$$

其中 θ 为掠射角

第十八章 光的偏振

主要了解光的五种偏振态, 掌握各类偏振光的产生机理以及偏振片、波片的原理和作用.

1、马吕斯定律

$$I_{出线} = \frac{1}{2} I_{入自} \qquad \boldsymbol{I_{出线} = I_{入线} \cos^2 \alpha}$$

2、布儒斯特定律

$$\mathrm{tg} i_0 = \frac{n_2}{n_1} \qquad \text{(光线由} \boldsymbol{n_1} \text{入射到} \boldsymbol{n_2}\text{)}$$

$$\Leftrightarrow \quad i_0 + \gamma = \frac{\pi}{2}$$

3、双折射现象

理解掌握双折射晶体的光轴、 o光、e光、它们的主平面及相互关系, 1/2波片和1/4波片以及它们的作用.

(1) 偏振片——尼科尔棱镜, 渥拉斯顿棱镜等

(2) 波晶片 $\delta = |n_o - n_e| \cdot d$ $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\delta$

$\frac{1}{2}$波片： $\delta = |(n_o - n_e)d| = \frac{\lambda}{2}$

$\frac{1}{4}$波片： $\delta = |(n_o - n_e)d| = \frac{\lambda}{4}$ ——如何产生椭圆（圆）偏振光

(3) 会用简单的方法区分自然光、线偏振光及部分偏振光等

4、偏振光的干涉

分二种情形: o光与e光之间的关系

(i) 正交放置的两偏振片.........

振幅关系

相位关系：有附加π;

$$\boxed{\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\left|n_o - n_e\right|d + \pi}$$

(ii) 平行放置的两偏振片

振幅关系

相位关系：无附加π .

$$\boxed{\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\left|n_o - n_e\right|d}$$

(iii) 干涉结果: 相强干涉、相消干涉

【几何光学】　第十九　几何光学

一、符号规则

成像公式、焦距

二、反射成像

$$\boxed{\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{2}{R}}$$

三、单球面折射成像公式

$$\boxed{\frac{n_1}{s}+\frac{n_2}{s'}=\frac{n_2-n_1}{R}}$$

四、薄透镜成像公式

磨镜者公式

$$\boxed{\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{n-n_0}{n_0}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)}$$

$$\boxed{\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{f}}$$

$$\boxed{f=f_1=f_2=\left[\frac{n-n_0}{n_0}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)\right]^{-1}}$$

$$\boxed{m=\frac{y'}{y}=-\frac{s'}{s}}$$

五、光学器件

放大镜　显微镜　望远镜　放大率公式

【量子物理】

第二十章　电磁辐射的量子性

1、黑体辐射:

了解曲线图含义, 分清总辐出度与功率的区别及联系. 掌握两条基本定律及T、λ_m、E 三者变化关系

$$M_B(T) = \sigma T^4 \qquad\qquad T\lambda_m = b$$

2、光电效应:

(1) 实验规律: $eU_a = E_{km} = \dfrac{1}{2}mv_{\max}^2$　红限波长　$A = h\nu_0 = h\dfrac{c}{\lambda_0}$

(2) 光子理论: 光子能量, 光的强度 $I = Nh\nu$

(3) 爱因斯坦方程及各种有关的物理概念

$$h\nu = E_{km} + A = \frac{1}{2}mv_m^{\ 2} + A$$

3、康普顿散射:

$$\Delta\lambda=\lambda-\lambda_0=\frac{h}{m_0c}(1-\cos\varphi)=\frac{2h}{m_0c}\sin^2\frac{\varphi}{2}$$

其中 $\lambda_C=\dfrac{h}{m_0c}=0.00243\,\mathrm{nm}$

(1) 能量守恒

(2) 动量守恒，动量为矢量

(3) 考虑相对论效应

4、光的波粒二象性

$$E=h\nu=mc^2=E_k \qquad m=\frac{h\nu}{c^2}=\frac{h}{\lambda c} \qquad p=mc=\frac{h\nu}{c}=\frac{h}{\lambda}$$

复习巩固例20.1、习题20.5、20.7

第二十一章 量子力学简介

1、德布罗意波、波粒二象性:

区分对比光子和实物粒子 (如电子) 的不同之处

实物粒子
$$\begin{cases} E = mc^2 = h\nu \\ p = mv = \dfrac{h}{\lambda} \quad (v \neq \lambda\nu) \\ E_k = mc^2 - m_0c^2 \end{cases}$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$$

$$E^2 = p^2c^2 + (m_0c^2)^2$$

当 $v << c$ 时, $E_k = mc^2 - m_0c^2 \approx \dfrac{1}{2}m_0v^2 = \dfrac{p^2}{2m_0}$, $\lambda = \dfrac{h}{p} = \dfrac{h}{m_0 v}$

注意: 实物粒子的动量、动能、总能量的区分.

2、不确定关系:

同一方向上粒子的位置和动量不能同时确定等!
能估算有关物理量

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2} \qquad \hbar = \frac{h}{2\pi}$$

对物质波 (包括光波) $\quad p = \dfrac{h}{\lambda} \qquad \Delta p = \dfrac{h}{\lambda^2} \cdot \Delta\lambda$

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$$

Δ*t*: 微观粒子处于某能级的寿命

复习巩固习题21.2、习题21.13

3、波函数及其统计意义

一维定态波函数φ的含义:

概率密度: $f_P(x) = |\varphi(x)|^2 = \varphi(x)\cdot\varphi^*(x)$

在dx范围内粒子出现的概率为$|\varphi(x)|^2 \mathrm{d}x$

(1)波函数的标准化条件: 单值、连续、有限

(2) 波函数的归一化条件→定常数A: $\int_{-\infty}^{\infty} |\varphi(x)|^2 \cdot \mathrm{d}x = 1$

在已知波函数的情况下, 会计算

(a) 空间某处的概率密度;

(b) 概率密度最大值处;

(c) 某范围内出现的概率等.

4、定态薛定谔方程与一维无限深势阱 ($0\le x\le a$)

(1)、能量量子化　　　　　零点能

(2)、归一化波函数

$$\psi_n(x)=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin(\frac{n\pi}{a}x)\quad(0\le x\le a)\quad(n=1,2,3,\cdots)$$

(4)、概率密度及极大、极小值

$$f_P(x)=\left|\psi_n(x)\right|^2=\frac{2}{a}\sin^2(\frac{n\pi}{a}x)\quad(0\le x\le a)$$

(5)、概率

$x\sim x+\mathrm{d}x$区间概率　$$\mathrm{d}P=\left|\psi(x)\right|^2\mathrm{d}x=\frac{2}{a}\sin^2(\frac{n\pi}{a}x)\mathrm{d}x$$

$x_1\sim x_2$区间概率　$$P=\int_{x_1}^{x_2}\left|\psi(x)\right|^2\mathrm{d}x=\int_{x_1}^{x_2}\frac{2}{a}\sin^2(\frac{n\pi}{a}x)\mathrm{d}x$$

第二十二章 氢原子及原子结构初步

1、氢光谱的规律

计算氢原子光谱的波长尽量用:

$$\frac{1}{\lambda}=R_H\left(\frac{1}{k^2}-\frac{1}{n^2}\right)$$

$k=1, 2, 3, \ldots$;
$n=k+1, k+2, k+3, \ldots$

k决定线系，k=1——赖曼系 (紫外),
k=2——巴尔末系,
k=3——帕邢系 (红外)

2、玻尔氢原子理论

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}\text{eV}\ ,\ \ n=1, 2, 3, \ldots$$

$$r_n = n^2 r_1,\ \ n=1, 2, 3, \ldots$$

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} = (E_n - E_k)$$

如何求电离能? 氢光谱如何区分线系?
每个线系的最短波长与最长波长如何确定?

熟练掌握跃迁图! 能求先到达某个最高能级$\boldsymbol{n}_{\mathbf{max}}$,
再向下跃迁等问题.

$\boxed{\text{复习巩固书上习题22.2}}$

3、氢原子的量子力学描述

(1)、四个量子数与能量、角动量及其空间量子化

(i) **主量子数 n** $E_n = -\dfrac{13.6}{n^2}\mathrm{eV}$，$n=1, 2, 3, \ldots$

(ii) **角量子数 l** $L=\sqrt{l(l+1)}\hbar$，$l=0,1,2,\ldots,n-1$

(iii) **磁量子数 m_l** $L_z=m_l\hbar$，$m_l=0,\pm1,\pm2,\ldots,\pm l$

(iv) **自旋磁量子数 m_s**

$$S=\sqrt{s(s+1)}\hbar=\sqrt{\frac{3}{4}}\hbar=\frac{\sqrt{3}}{2}\hbar \qquad S_Z=m_s\hbar=\pm\frac{1}{2}\hbar$$

(2)掌握量子力学下氢原子及多电子原子 (n, l, m_l, m_s)

(a) 四个量子数的物理意义、相互关系及确定方法

(b) 四个量子数确定电子能量、角动量L、L_Z, 和θ;

(c) 某一能级可容纳的最多电子数为$2n^2$个, 某一支壳层可容纳的最多电子数为$2(2l+1)$个.

(d) 玻尔理论和量子力学关于氢原子角动量量子化的区别

玻尔理论 $L = mvr = n\hbar$, $n=1,2,3,\ldots$

量子力学 $L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$, $l=0,1,2,3,\ldots,n-1$

(3)、氢原子的波函数和概率分布

注意掌握核外电子的径向概率密度: $\boxed{P(r) = r^2 |R_{nl}(r)|^2}$

$\boxed{\text{复习巩固书上习题22.13}}$

第二十三章　激光和固体的能带结构

1、掌握激光的产生条件和基本特点

(1). 激光的产生条件:

(a) 粒子数反转 (实现受激辐射)

(b) 光放大 (光学谐振腔)

(2). 激光的基本特性:

(a) 方向性好　　(b) 亮度高

(c) 单色性好　　(d) 相干性好

(3). 激光的分类:

2、固体的能带结构

掌握导体、半导体、绝缘体的能带特征, 重点把握掺杂半导体 (p型、n型半导体) 的能带特征、p-n结伏安特性曲线。

注意掌握禁带宽度与外加光子能量之间的关系:

$$h\nu \geq E_g$$

大学物理(II)复习
结束