大学物理(II)复习（2-2）

【波动光学】

一、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$\delta = n_1r_1 - n_2r_2$, 同时考虑有无半波损失.

$$\delta = n_2r_2 - n_1r_1 + \delta' = \begin{cases} \pm k\lambda & , k = 0,1,2,\ldots \text{加强 (明纹)} \\ \pm(2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & , k = 0,1,2,\ldots \text{减弱 (暗纹)} \end{cases}$$

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

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

注意其中几何关系 $e = \dfrac{r^2}{2R}$

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

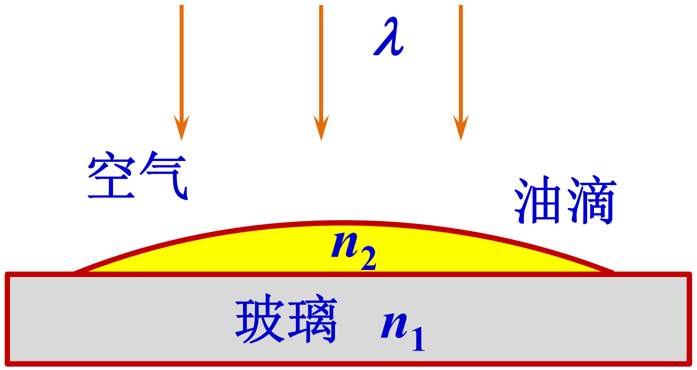
(3)增透膜 高反膜

$$\delta = 2n_2 e = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \qquad 2n_2 e + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

$k=0,1,2,,\ldots$ $k=1,2,3,\ldots$

【例题】将一滴油（n_2=1.20）放在平玻璃片（n_1=1.52）上, 以波长λ=600nm的黄光垂直照射, 如图所示. 求从边缘向中心数, 第5个亮环处油层的厚度.

解: 油膜上、下表面两反射光线的光程差



$$\delta = 2n_2 e$$

其明纹公式

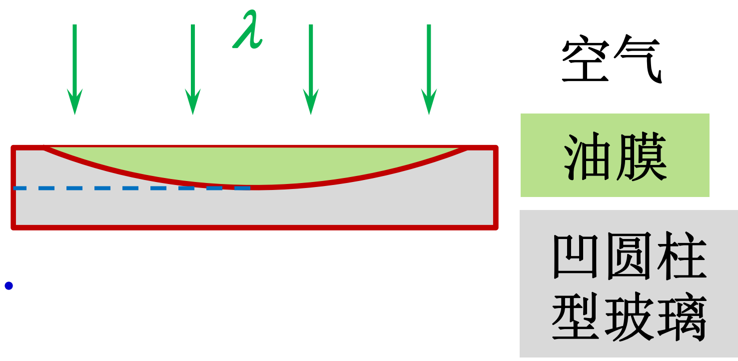
$$2n_2 e = k\lambda;\quad k = 0,1,2,\ldots$$

边缘处 $e = 0$, 是明环, 因此从边缘向中心数, 第5个明环对应的$k = 4$，故

$$e = \frac{k\lambda}{2n_2} = \frac{4\times 6\times 10^{-7}}{2\times 1.2} = 1.0\times 10^{-6}\,(\mathrm{m})$$

【例题】波长λ为560 nm的平行单色光垂直照射如图所示的装置，从反射光中观察到油膜中心是暗纹，外面共有20条暗纹. 油膜和玻璃的折射率分别为1.4、1.5，求中心油膜的厚度.

解： $\delta = 2ne$　在油膜边上，$e=0$，故为明纹



暗纹条件：

$$\delta = 2ne = (2k+1)\frac{\lambda}{2}\ , \quad k=0,1,2,\ldots$$

第一级暗纹对应$k=0$，则中心暗斑是 $k=10$

$$2ne = (10+\frac{1}{2})\lambda \qquad e=2100\ \text{nm}$$

或： $$\delta = 2ne = (2k-1)\frac{\lambda}{2}\ , \quad k=1,2,3,\ldots$$

第一级暗纹对应$k=1$，则中心暗斑是 $k=11$

$$2ne = (11-\frac{1}{2})\lambda \qquad e=2100\ \text{nm}$$

复习巩固：习题 16.10, 16.15

思考：若凹圆柱面改为凹球面干涉条纹又如何？

二、光的衍射

注意理解衍射角$\boldsymbol{\theta}$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) 明暗条纹的屏上位置

$$x_k = f\cdot\tan\theta_k,\ \text{当}\ \theta \le 5^\circ\text{时},\ \sin\theta \approx \tan\theta \approx \theta$$

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

✍

【例题】用单色平行光垂直照射到宽度为 a=0.5 mm的单缝上, 在缝后放置一个焦距为 f=100 cm的透镜, 则在焦平面的屏幕上形成衍射条纹, 若在离屏上中央明纹中心距离为1.5 mm处的P点为某一级亮纹, 试求: ① 入射光的波长; ② P点条纹的级数和该条纹对应的衍射角; ③ (该亮纹) 狭缝处波面可分为几个半波带; ④中央明纹的宽度.

解: ① 单缝明纹位置 $a\sin\theta=(2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$

且在近轴处有 $\sin\theta\approx\tan\theta=\dfrac{x}{f}$

为可见光

$$\Rightarrow \lambda=\frac{2ax}{(2k+1)f}=\frac{1500}{2k+1}(\text{nm}) \Rightarrow \begin{cases} k=1,\ \lambda=500\ \text{nm} \\ k=2,\ \lambda=300\ \text{nm} \\ \cdots\cdots \end{cases}$$

λ=500 nm

② P点条纹的级数和该条纹对应的衍射角

$$k=1, \qquad a\sin\theta=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

$$\therefore\ \theta\approx\sin\theta=1.5\times10^{-3}\ (\text{rad})=0.086^\circ$$

③ (该亮纹)狭缝处波面可分为几个半波带

共有 $2k+1=3$个半波带

④ 中央明纹的宽度

第一级暗纹的角位置θ_1满足：$a\sin\theta_1=\lambda$

$$\Delta x=2f\cdot\tan\theta_1\approx2f\cdot\sin\theta_1=2f\frac{\lambda}{a}=2\,\text{mm}$$

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:

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

为整数比时,

$$\text{缺}\ \pm k_1,\ \pm 2k_1,\ \ldots\text{等主极大}$$

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！

（2）光栅的分辨本领：

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

复习巩固习题17.17

【例题9】波长为600.0 nm的单色光垂直入射在一光栅上, 第二级主极大出现在$\sin\theta=0.2$处, 第四级缺级. 求(1)光栅常量d; (2)光栅上狭缝可能的最小宽度; (3)按上述选定的a、b值, 写出光屏上实际呈现的光谱线级数.

解: (1) 按照出现主极大的光栅方程

$$d\sin\theta=\pm k\lambda\,,\qquad k=0,1,2,\ldots$$

$$d=\frac{k\lambda}{\sin\theta}=\frac{2\times600\times10^{-9}}{0.2}=6\times10^{-6}\ \mathrm{m}$$

(2) 据缺级条件

$$k=\frac{d}{a}k'=4\qquad d>a,\quad k'<4\text{ 且为正整数}$$

$$\therefore \quad a = \frac{d}{4} k'$$

$$k' = 1 \qquad a = \frac{d}{4} k' = \frac{d}{4} \times 1 = 1.5 \times 10^{-6}\ \mathrm{m}$$

$$k' = 2 \qquad a = \frac{d}{4} k' = \frac{d}{4} \times 2 = 3.0 \times 10^{-6}\ \mathrm{m}$$

但此时第二级也缺级, 故不合题意舍去

$$k' = 3 \qquad a = \frac{d}{4} k' = \frac{d}{4} \times 3 = 4.5 \times 10^{-6}\ \mathrm{m}$$

$$a_{\min} = \frac{d}{4} = 1.5 \times 10^{-6}\,\mathrm{m}$$

(3)按上述选定的*a*、*d*值，写出光屏上实际呈现的光谱线级数。

将$\theta = 90°$ 代入光栅方程 $d\sin\theta = k\lambda$, $k = 0,1,2,\ldots$, 则可求得主极大的最高级数

$$k_{\max} < \frac{d\sin\theta}{\lambda} = \frac{d}{\lambda} = \frac{6\times10^{-6}}{6\times10^{-7}} = 10$$

$$k = \frac{d}{a}k' = 4k' \qquad k' = 1,2,\ldots$$

主极大±4, ±8 …为缺级, 所以实际上所能看到的级数为0, ±1, ±2, ±3, ±5, ±6, ±7,±9, 共15条光谱线

例题17.2 将一束波长为589 nm的单色光平行入射1 mm内有500条刻痕的光栅上, $2a = b$. 求: (1) 垂直入射时能看到几条谱线? 是哪几级? (2) 如果平行光以30°角斜入射, 则能看到几条谱线? 是哪几级?

解: (1) $$d = a + b = \frac{1\times10^{-3}}{500} = 2\times10^{-6}\,\mathrm{m}$$

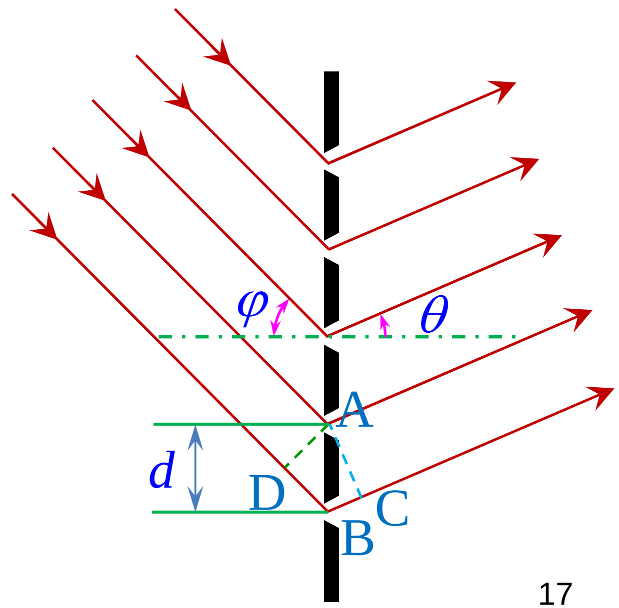
$$d\sin\theta = k\lambda \qquad \theta \to \frac{\pi}{2} \qquad \therefore k_{\max} = \frac{d}{\lambda} = 3.39$$

可以看到三级光谱线, 共七条.

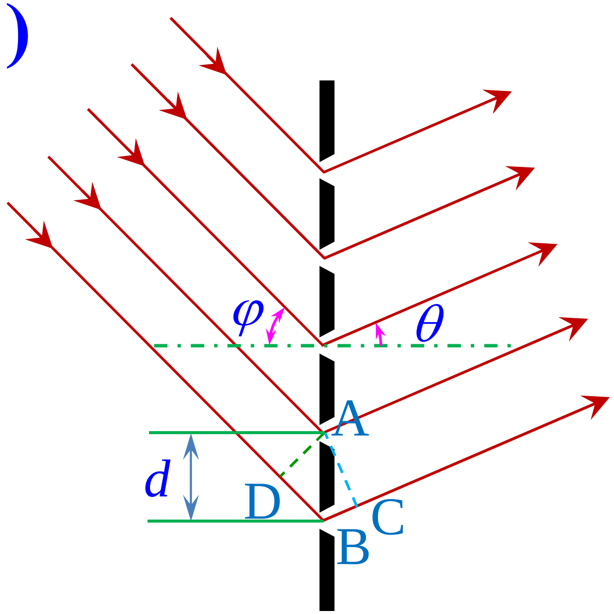
$$\because \frac{d}{a} = \frac{a+b}{a} = \frac{3}{1} \qquad \therefore k = 3k_1$$

第±3级缺级.

所以可看到0,±1,±2共五条.



(2) 如果平行光以30°角斜入射(如图)



$$\delta = d(\sin\varphi + \sin\theta) = k\lambda$$

$$\theta = \frac{\pi}{2} \text{ 时，} k_{max} = 5.08;$$

$$\theta = -\frac{\pi}{2} \text{ 时，} k_{min} = -1.7$$

第±3级缺级.

缺级方程与波长无关，
与入射角也无关

∴能看到−1,0,1,2,4,5共六条谱线.

复习巩固习题17.12

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：

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

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

三、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

$$\mathrm{tg} i_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

（光线由$\boldsymbol{n_1}$入射到$\boldsymbol{n_2}$）

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

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 $\delta=|n_o-n_e|\cdot d$ $\Delta\varphi=\dfrac{2\pi}{\lambda}\delta$

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

$\frac{1}{4}$波片：$\delta=|(n_o-n_e)d|=\dfrac{\lambda}{4}$

——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;

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

（ii）平行放置的两偏振片

振幅关系

相位关系：无附加π .

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

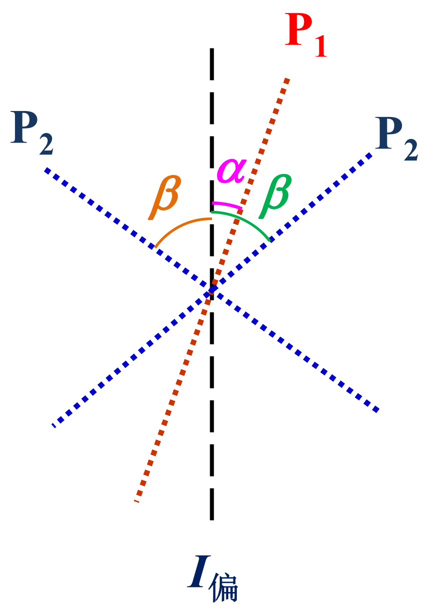
（iii）干涉结果：相强干涉、相消干涉

四、几何光学：

成像公式、焦距的求解、显微镜和放大镜的放大公式

【例题】两偏振片P_1、P_2前后放置，一束强度为I_0的光垂直入射到偏振片上. 已知该入射光由强度相同的自然光和线偏振光混合而成，且入射光穿过第一个偏振片P_1后的光强为$0.716I_0$；当将P_1抽去后，入射光穿过偏振片P_2后的光强为$0.375I_0$. 求P_1、P_2偏振化方向之间的夹角.

解： $$I_{自} = I_{偏} = \frac{1}{2} I_0$$



$$0.716 I_0 = \frac{1}{2} I_{自} + I_{偏} \cos^2 \alpha = \frac{1}{4} I_0 + \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha$$

$$\Rightarrow \alpha = 15^\circ$$

$$0.375 I_0 = \frac{1}{2} I_{自} + I_{偏} \cos^2 \beta = \frac{1}{4} I_0 + \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \beta$$

$$\Rightarrow \beta = 60^\circ$$

$$\therefore \Delta\theta = \beta \pm \alpha = \begin{cases} 75^\circ \\ 45^\circ \end{cases}$$

【量子物理】

一、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

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

2、 光电效应：

掌握爱因斯坦方程及各种有关的物理概念

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

$$eU_a=E_{km}=\frac{1}{2}mv_{\max}^2 \qquad A=h\nu_0=h\frac{c}{\lambda_0} \quad \text{红限波长}$$

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、 光子理论：

复习巩固例20.1、习题20.5、20.7

二、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

$$
\text{光子}\left\{
\begin{aligned}
&E = h\nu = mc^2 = E_k \\
&p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} \\
&m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}
\end{aligned}
\right.
$$

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

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

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

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

注意：实物粒子的动量、<u>动能</u>、<u>总能量</u>的区分.

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

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) $p = \dfrac{h}{\lambda}$ $\Delta p = \dfrac{h}{\lambda^2} \cdot \Delta\lambda$

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

Δt: 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： $P(x)=|\varphi(x)|^2=\varphi(x)\cdot\varphi^*(x)$

在$\mathrm{d}x$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。

✍

【例题】已知一粒子在宽度为a的一维无限深势阱中运动，其波函数为 $\varphi(x)=A\sin(2\pi x/a)$，（$0<x<a$）.求：①归一化波函数；②粒子在空间分布的概率密度；③粒子出现的概率最大的各个位置.

解： ①由波函数的归一化条件得

$$\int_0^a A^2\sin^2\frac{2\pi}{a}x\mathrm{d}x=\frac{a}{2}A^2=1 \quad\Rightarrow\quad A=\sqrt{\frac{2}{a}}$$

$$\varphi(x)=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin(2\pi x/a)$$

②空间分布的几率密度为

$$P(x)=\left|\varphi(x)\right|^2=\frac{2}{a}\sin^2\frac{2\pi x}{a}$$

③粒子出现几率最大的位置为

$$\frac{\mathrm{d}P(x)}{\mathrm{d}x}=\frac{8\pi}{a^2}\sin\frac{2\pi x}{a}\cos\frac{2\pi x}{a}=\frac{4\pi}{a^2}\sin\frac{4\pi x}{a}=0$$

$$\therefore \quad x=\frac{a}{4\pi}k\pi=k\frac{a}{4}$$

□ $x\in(0, a)$ 且 $\varphi(x)\neq 0$ $\quad\therefore\quad x=k\frac{a}{4}=\frac{a}{4},\frac{3a}{4}$

【例题】一粒子被限制在位于$x=0$和$x=a$的两个不可穿透壁之间，描述粒子状态的波函数为 $\varphi(x)=Ax\sqrt{a-x}$，中A为常数. 求: ①归一化常数A; ②粒子出现$0\sim a/2$ 区间中的概率; ③在$0\sim a$ 区间内粒子的出现概率最大的各个位置. ④粒子在$a/2$ 处的概率密度.

解: ① 由归一化条件

$$\int_0^a A^2x^2(a-x)\mathrm{d}x = A^2(\frac{a^4}{3}-\frac{a^4}{4}) = A^2\frac{a^4}{12}=1$$

$$\Rightarrow \quad A=\frac{2\sqrt{3}}{a^2}$$

② $$p(x)=|\varphi(x)|^2=\frac{12}{a^4}x^2(a-x)$$

$$P=\int_0^{a/2}\varphi^2(x)\mathrm{d}x=\int_0^{a/2}\frac{12}{a^4}x^2(a-x)\mathrm{d}x=\frac{12}{a^4}[\frac{a}{3}(\frac{a}{2})^3-\frac{1}{4}(\frac{a}{2})^4]=\frac{5}{16}$$

③在0～a 区间内粒子的出现概率最大的各个位置

$$\frac{\mathrm{d}p(x)}{\mathrm{d}x}=A^2(2ax-3x^2)=0 \quad \Rightarrow \quad x=\frac{2a}{3}$$

④粒子在$a/2$ 处的概率密度

$$p(x)\Big|_{x=a/2}=\frac{12}{a^4}x^2(a-x)\Big|_{x=a/2}=\frac{12}{a^4}\cdot\frac{a^2}{4}\cdot(a-\frac{a}{2})=\frac{3a}{2}$$

三、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、波尔氢原子理论

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

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

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

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。

复习巩固书上习题**22.2**

3、氢原子的量子力学描述

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

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

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

（4）**自旋磁量子数 m_s**

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

掌握量子力学下氢原子及多电子原子的四个量子数的物理意义、相互关系及确定方法以及与角动量L、L_Z的关系，某一能级可容纳的最多电子数为$2n^2$个。

$$(n, l, m_l, m_s)$$

注意: 玻尔理论和量子力学在氢原子角动量量子化上的区别

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

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

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

复习巩固书上习题22.13

【例题】将一束光子照射到金属铯上，所释出的光电子去激发基态氢原子. 已知光子的能量$\varepsilon = 14.65$ eV, 金属铯的逸出功$A = 1.9$eV, 试求:

（1） 该氢原子将被激发到第几激发态上;

（2） 将可能观察到几条氢光谱线.

解:（1）由 $\boxed{\varepsilon = h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + A}$ 得: $\frac{1}{2}mv^2 = \varepsilon - A$

由题意 $\boxed{\frac{1}{2}mv^2 = E_n - E_1}$ $E_n = E_1 + \frac{1}{2}mv^2 = E_1 + \varepsilon - A$

$= -0.85$ (eV)

$\boxed{E_n = \frac{E_1}{n^2}}$ $n^2 = \frac{E_1}{E_n} = \frac{-13.6}{-0.85} = 16$ $\Rightarrow$ $n = 4$

该氢原子将被激发到第三激发态

（2）将可能观察到6条氢光谱线:

4⇒3、2、1;
3⇒2、1;
2⇒1

四、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：

(1) 粒子数反转　　**(2)** 光放大（光学谐振腔）

2). 激光的基本特性：

(1) 方向性好　　**(2)** 亮度高

(3) 单色性好　　**(4)** 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：

$$h\nu \geq E_g$$