§22. 光的量子论.

§22.1 热辐射.

辐射与吸收.

单色辐出度　T.　$\lambda \sim \lambda + d\lambda$.　单位时间面积.

$$M_\lambda(T) = \frac{dM}{d\lambda}$$

总辐出度

$$M(T) = \int_0^\infty M_\lambda(T)\, d\lambda.$$

单色吸收系数 $a(\lambda, T)$.　单色反射系数 $r(\lambda, T)$.

不透明　$a(\lambda, T) + r(\lambda, T) = 1$、(入射=吸收+反射+透射)

基尔霍夫定律.

$$\frac{M_\lambda(T)}{a(\lambda, T)} = \boxed{M_{B\lambda}(T)}$$

绝对黑体.

任何物体.

$\frac{\text{辐射}}{\text{吸收}} = C$,

绝对黑体辐射特征.

Stefan-Boltzmann 定律.

$$M_B(T) = \int_0^\infty M_{B\lambda}(T)\, d\lambda = \boxed{\sigma T^4}.$$

常数.

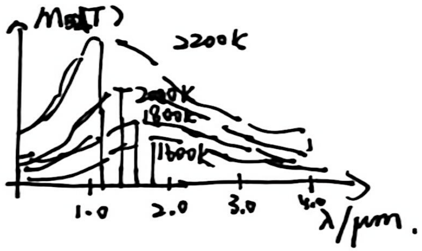
特定温度下绝对黑体的总辐射能量

Wien 位移定律.

$$T\lambda_m = b.$$

b：常数

λ_m：峰值波长



§22.2 普朗克能量子假设.

谐振子频率为 ν. 则能量是 $h\nu$. $2h\nu$. $3h\nu$. …. 量子化.

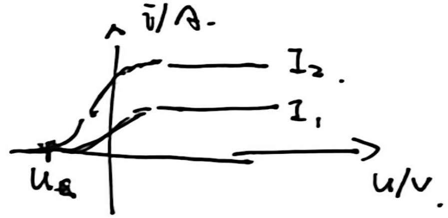
$$M_{B\lambda}(T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5}\frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}.$$

§22.3. 光电效应.

逸出功 A. 最大初动能 E_{km}

$$h\nu = E_{km} + A.$$

$$E_{km} = e|U_a|.$$



截止频率 ν_0.

$$h\nu_0 = A.$$

饱和电流　光电子数量　光子数量

光强 $I = nh\nu$.

n：单位时间单位面积光子数.

光的波粒二象性. 光子.

$$\underset{\text{能量}}{E = h\nu} \xrightarrow{E=mc^2} \underset{\text{质量}}{m = \frac{h\nu}{c^2}} \xrightarrow{p=mc} \underset{\text{动量}}{p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}}.$$

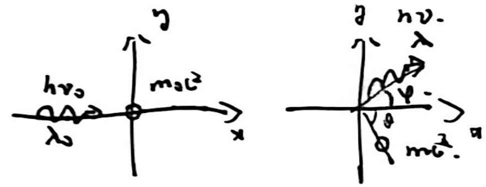
§22.4. 康普顿效应.

现象.

$\Delta\lambda$ 随 φ 增大而增大.

解释.　电子与光子碰撞.

$$\begin{cases} h\nu_0 + m_0c^2 = h\nu + mc^2. \\ \frac{h\nu_0}{c} = \frac{h\nu}{c}\cos\varphi + mv\cos\theta. \\ \frac{h\nu}{c}\sin\varphi = mv\sin\theta. \\ m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}. \end{cases}$$



$$\Rightarrow \boxed{\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\varphi)}$$

$$E_k = h\nu_0 - h\nu.$$

§23、氢原子及原子结构初步.

§23-1. 氢原子光谱、玻尔的氢原子理论.

1、玻尔模型.

1、定态.

2、电子在稳定的圆形轨道上运动，角动量 L 关于 $\hbar$ 量子化.

$$L=mvr=n\hbar. \quad n=1,2,3\cdots. \text{ 量子数.}$$

⇒ 轨道半径量子化.

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r^2}=m\frac{v^2}{r} \xRightarrow{v=\frac{n\hbar}{mr}} r_n=n^2\frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2}, \quad n=1,2,3\cdots,$$

$r_1=a_0$ 玻尔半径. $\boxed{r_n=n^2 a_0}$.

⇒ 氢原子的能量量子化.

$$E_n=-\frac{1}{n^2}\left(\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\right). \quad n=1,2,3,\cdots.$$

$n=1$ 基态能级. $E_1=-13.6eV$. $\boxed{E_n=\frac{1}{n^2}E_1.}$

2、氢原子光谱.

$$\frac{hc}{\lambda}=E_i-E_f \qquad \boxed{\frac{1}{\lambda}=\underbrace{R}_{\text{里德伯常数}}\left(\frac{1}{n_f^2}-\frac{1}{n_i^2}\right)}$$

线系

向 $n=1$ 跃迁：莱曼系

向 $n=2$ 跃迁：巴耳末系.

系限

由 $n=\infty$ ($E=0$) 向线系最低能级跃迁辐射的谱线.

波长在线系中最短.

最高被激发至 n 级，谱线数 $\frac{n(n-1)}{2}$.

§24. 量子力学简介.

§24.1. 物质波.

$$p = \frac{h}{\lambda}.$$

实物粒子的波长 λ 由动量确定，频率 ν 由能量确定.

$$\boxed{E = mc^2 = h\nu} \xleftrightarrow{E = \frac{p^2}{2m}} \boxed{p = \cancel{\ } mv = \frac{h}{\lambda}}.$$

波性在. 衍射.

§24.2. 不确定性关系.

动量与位置的不确定关系.

$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{h}{4\pi}$$

能量和时间的不确定关系.

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$$

微观粒子的 $\left\{ \begin{array}{l} \text{动量与位置.} \\ \text{时间与能量} \end{array} \right\}$ 不可能同时准确测定.

§24.3. 波函数及其统计解释.

$\psi(x,y,z,t)$. 空间与时间的函数，蕴含运动状态. $\psi(x,y,z)$,

$|\psi|^2 = \psi^*\psi$ 代表对应点的概率密度.

1. 单值
2. 连续.
3. 有限.
4. 归一化. $\iiint_V \psi^*\psi\, dV = 1$. (概率为1).

一维无限深势阱:

粒子仅在阱内出现.

§24.4. 量子力学氢原子理论.

量子数	主量子数 $\boxed{n}$	角量子数 $\boxed{l}$	磁量子数 $\boxed{m_l}$.
取值	1, 2, 3 —.	0, 1, 2, —. n-1	0. ±1. ±2. —. ±l.
量子化	电子能量	角动量	角动量 z轴分量.
	$E_n = -\frac{1}{n^2}\left(\frac{me^4}{8\varepsilon_0 h^2}\right)$	$L = \sqrt{l(l+1)}\,\hbar$.	$L_z = m_l \hbar$.

$$\psi_{nlm_l}(r,\theta,\varphi) = R_{n,l}(r)\,\Theta_{l,m_l}(\theta)\,\phi_{m_l}(\varphi).$$

电子自旋:

$\boxed{m_s}$. $+\frac{1}{2}$. $-\frac{1}{2}$.

自旋角动量 S 在外磁场的分量 $S_z = m_s \hbar$ 量子化.

$|\psi_{nlm_l}(r,\theta,\varphi)|^2$ 概率密度.

$r^2|R_{n,l}(r)|^2$ 径向概率密度.