

早期量子论

黑体辐射和普朗克量子假设

热辐射:由于物质内部带电粒子的热运动而辐射电磁波的现象

平衡热辐射:当物体向外辐射的能量等于其在相同时间内所吸收的能量时, 物体的热辐射达到平衡

单色辐射度

$M_{\lambda} = \frac{dM_{\lambda}}{d\lambda}$

辐射度

$M(T) = \int_0^{\infty} M_{\lambda}(T) d\lambda$

单色吸收比

单色反射比

单色透射比

$\alpha_{\lambda}(T) + \gamma_{\lambda}(T) + \omega_{\lambda}(T) = 1$

绝对黑体:在任何温度下, 对任何波长的辐射能的吸收比都等于1

基尔霍夫辐射定律

$\frac{M_{\lambda}(T)}{\alpha_{\lambda}(T)} = \frac{M_{\lambda_1}(T)}{\alpha_{\lambda_1}(T)} = \dots = M_{\lambda_0}(T)$

斯特藩-玻尔兹曼定律

$M_0(T) = \int_0^{\infty} M_{\lambda}(T) d\lambda = \sigma T^4$

维恩位移定律

$\lambda_m T = b$

普朗克量子假设

维恩曲线短波段符合实验, 瑞利-金斯曲线长波段符合实验

谐振子能量取分立值, 只能是最小能量的整数倍, 普朗克曲线在全波段符合实验

光电效应 爱因斯坦的光量子理论

光电效应: 金属及其化合物在光照下发射电子的现象, 该电子称为光电子

存在饱和电流, 饱和电流的大小与入射光的强度成正比

存在遏止电压

$E_{k,max} = eU_a$

存在截止频率

$\nu_0 = \frac{A}{h}$

光电效应瞬时响应

光量子假说: 辐射物体上的谐振子不仅在发射和吸收时能量是量子化的, 光在空间传播时也具有粒子性

光子: 在真空中, 光是一束以光速c运动的粒子流, 这些光粒子即为光子

爱因斯坦光电效应方程

$\frac{1}{2} m v_m^2 = h \nu - A$

光子的质量

$m = \frac{h \nu}{c^2}$

光子的动量

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

康普顿散射

康普顿散射及其实验规律

当散射角确定时, 波长的增加量与散射物质的性质无关

康普顿散射的强度与散射物质有关, 原子量小的散射物质, 康普顿散射较强, 原波长的谱线强度较低, 反之相反

能量守恒

$h \nu_0 + m_0 c^2 = h \nu + m c^2$

康普顿散射的理论解释

动量守恒

$\frac{h \nu_0}{c} = m v \cos \theta + \frac{h \nu}{c} \cos \varphi, \varphi \text{ 为散射角}$

$m v \sin \theta = \frac{h \nu}{c} \sin \varphi$

$\Delta \lambda = \lambda - \lambda_0 = \lambda_c (1 - \cos \varphi)$

氢原子光谱 波尔氢原子理论

氢原子光谱

巴耳末公式

$\nu = \frac{1}{\lambda} = \frac{4}{B} (\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2})$

里德伯公式

$\nu = R_H (\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}), m = 1, 2, 3, \dots; n = m + 1, m + 2, m + 3, \dots$

m=1, 赖曼系

m=2, 巴耳末系

m=3, 帕邢系

m=4, 布喇开系

m=5, 普芳德系

阿尔法粒子散射实验

绝大部分阿尔法粒子经金箔散射后, 散射角很小, 但仍有部分的阿尔法粒子发生了大角度的偏振, 甚至大于90°

汤姆逊提出葡萄干圆面包模型, 卢瑟福提出核模型

玻尔氢原子理论

定态假设: 原子系统中只能处在一系列不连续的能量状态, 虽然电子绕核运转, 但并不辐射电磁波, 这些状态称为原子的定态, 相应能量为E1 E2 E3 E4 ...

$E_n = E_1 \frac{1}{n^2}$

$r_n = n^2 r_1$

跃迁假设: 当原子从能量为En的定态跃迁到另一能量为Ek的定态时, 就要吸收或放出一个光子

$\nu_{kn} = \frac{|E_n - E_k|}{h}$

角动量量子化条件: 电子绕核运转的轨道角动量L等于h的整数倍

$L = n \hbar = n \frac{h}{2\pi}$