

定态假设意味着原子是稳定的系统,跃迁假设解释了原子光谱的离散性,最后由 氢原子中电子轨道量子化条件,可导出氢原子能级和氢原子的光谱结构。

氢原子的轨道能量即原子能量,为 $E = \frac{1}{2}mv^2 - k\frac{e^2}{r}$,因圆运动而有 $m\frac{v^2}{r} = k\frac{e^2}{r^2}$,

由此可得 $E=-k\frac{e^2}{2r}$,根据轨道量子化条件可得: $v=n\frac{h}{2\pi mr}$, n=1,2…… 因 $r=k\frac{e^2}{mv^2}$,

便有
$$r = \frac{ke^2}{m} \cdot \frac{4\pi^2 m^2 r^2}{n^2 h^2}$$
 得:

量子化轨道半径为:
$$r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 k m e^2}$$
, $n=1,2$

量子化能量可表述为:
$$E_n = -\frac{2\pi^2 m k^2 e^4}{n^2 h^2}$$
, $n=1,2$

n=1对应基态,基态轨道半径 $r_i=5.29\times 10^{-11} m=0.0529 \overset{\circ}{A}$,也称为玻尔半径,基态 越大, r_n 越大, E_n 也越大,电子离核无穷远时,对应 $E_\infty=0$,因此氢原子的电离能 为: $E_{\text{由家}} = E_{\infty} - E_{1} = -E_{1} = 13.6 eV$ 。

电子从高能态 En 跃迁到低能态 Em 辐射光子的能量为: $hv = E_n - E_m$ 光子频率为 $v = \frac{E_n - E_m}{L} = \frac{E_1}{L} \left(\frac{1}{L^2} - \frac{1}{L^2} \right), \quad n > m$, 因此氢原子光谱中离散的谱线波长可表述为 $\lambda = \frac{c}{r} = \frac{hc}{E_1} \cdot (\frac{1}{\frac{1}{2} - \frac{1}{2}})^{-1}$,n > m。可以证明 n 很大时电子从 n 第轨道跃迁到第 n-1 轨 道所辐射的光波频率,近似等于电子在第 n 轨道上的转动频率,这与经典理论所得结 要一致,据此,玻尔认为,经典辐射是量子辐射在 $n \rightarrow \infty$ 时的极限情形。

玻尔理论的局限性:

玻尔原子理论满意地解释了氡原子和类氡原子的光谱; 从理论上算出了里德伯恒 量;但是也有一些缺陷。对于解释具有两个以上电子的比较复杂的原子光谱时却遇到 了困难, 理论推导出来的结论与实验事实出入很大。此外, 对谱线的强度、宽度也无 能为力;也不能说明原子是如何组成分子、构成液体个固体的。玻尔理论还存在逻辑 上的缺点,他把微观粒子看成是遵守经典力学的质点,同时,又给予它们量子化的观 念,失败之处在于偶保留了过多的经典物理理论。到本世纪20年代,薛定谔等物理 学家在量子观念的基础上建立了量子力学。彻底摒弃了轨道概念,而代之以几率和电 子云概念。

四、原子核模型

原子核所带电荷为+Ze, Z 是整数, 叫做原子序数。原子核是由质子和中子组成, 两者均称为核子,核子数记为 A,质子数记为 Z,中子数便为 A-Z。原子的元素符号记 为 X,原子核可表述为 $_{z}^{A}X$,元素的化学性质由质子数 Z 决定, Z 相同 N 不同的称为 同位素。

除氢核外,原子核 $_{z}^{A}X$ 中 Z 个质子与 (A-Z) 个中子静质量之和都大于原子核的 静质量 M_x , 其间之差: $\Delta M = |Zm_o + (A-Z)m_n| - M_x$, 称为原子核的质量亏损。 造成质量亏损的原因是核子相互吸引结合成原子核时具有负的能量,这类似于电子与 原子核相互吸引力结合成原子时具有负的能量(例如氢原子处于基态时电子轨道能量 为-13.6eV) 同样类似于万有引力作用于天体。据相对论质能关系,负能量对应质量