

18-2 光电效应 光的波粒二象性

一 光电效应实验的规律

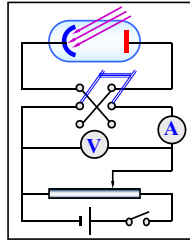
(1) 实验装置

光照射至金属表面，电子从金属表面逸出，称其为**光电子**。

(2) 实验规律

◆ 截止频率（红限） ν_0

仅当 $\nu > \nu_0$ 才发生光电效应，截止频率与**材料有关**与**光强无关**。



几种纯金属的截止频率	金属	铯	钠	锌	铷	铂
截止频率 $\nu_0/10^{14}$ Hz		4.545	4.39	8.065	11.53	19.29

◆ 遏止电压 U_0

$$eU_0 = E_{k\max}$$

遏止电势差与入射光频率具有线性关系。

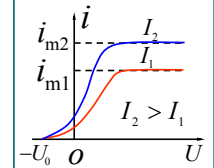
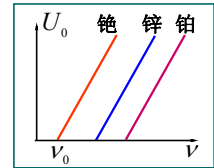
◆ 瞬时性

当光照射到金属表面上时，几乎立即就有光电子逸出

◆ 电流饱和值 i_m

$$i_m \propto I \text{ (光强)}$$

遏止电压 U_0 与光强无关



(3) 经典理论遇到的困难

◆ 红限问题

按经典理论，无论何种频率的入射光，只要其强度足够大，就能使电子具有足够的能量逸出金属。与实验结果不符。

◆ 瞬时性问题

按经典理论，电子逸出金属所需的能量，需要有一定的时间来积累，一直积累到足以使电子逸出金属表面为止。与实验结果不符。

二 光子 爱因斯坦方程

(1) “光子”假设 光子的能量为 $\varepsilon = h\nu$

(2) 解释实验

$$\text{爱因斯坦方程 } h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$$

逸出功与材料有关

◆ 对同一种金属， W 一定， $E_k \propto \nu$ ，与光强无关

几种金属的逸出功

金属	钠	铝	锌	铜	银	铂
W/eV	1.90 ~2.46	2.50 ~3.60	3.32 ~3.57	4.10 ~4.50	4.56 ~4.73	6.30

$$\text{爱因斯坦方程 } h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$$

◆ 逸出功 $W = h\nu_0$

产生光电效应条件 $\nu > \nu_0 = W/h$ (截止频率)

◆ 光强越大，光子数目越多，即单位时间内产生光电子数目越多，光电流越大。（ $\nu > \nu_0$ 时）

◆ 光子射至金属表面，一个光子携带的能量 $h\nu$ 将一次性被一个电子吸收，若 $\nu > \nu_0$ ，电子立即逸出，无需时间积累（**瞬时性**）。

四 光的波粒二象性

(1) 波动性：光的干涉和衍射（传播时）

(2) 粒子性： $E = h\nu$ （和物质相互作用时）

◆ 相对论能量和动量关系 $E^2 = p^2c^2 + E_0^2$

◆ 光子 $E_0 = 0, E = pc$

$$p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

描述光的
粒子性

$$\left\{ \begin{array}{l} E = h\nu \\ p = \frac{h}{\lambda} \end{array} \right.$$

描述光的
波动性