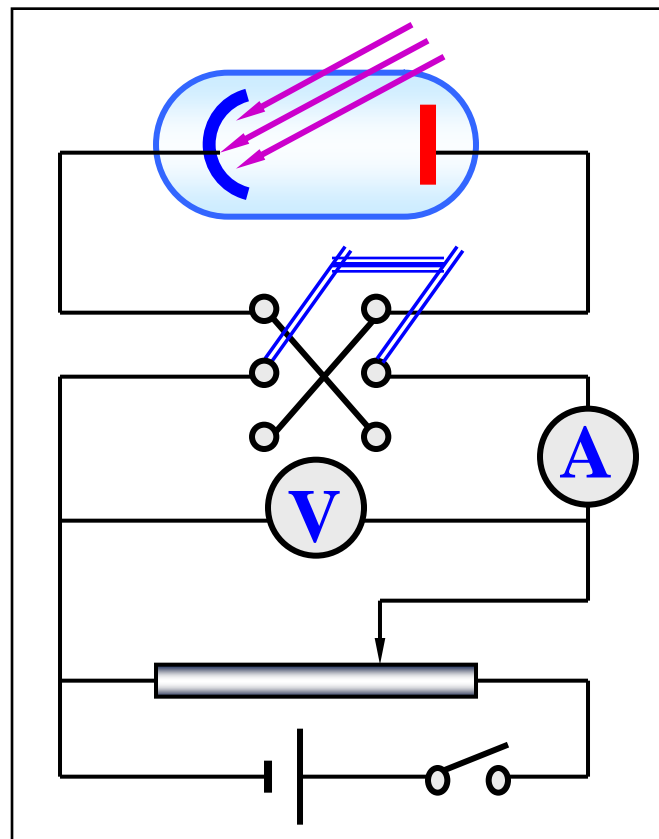




在光照射下，电子从金属表面逸出的现象，叫**光电效应**。逸出的电子，叫**光电子**。

### 一 光电效应实验规律

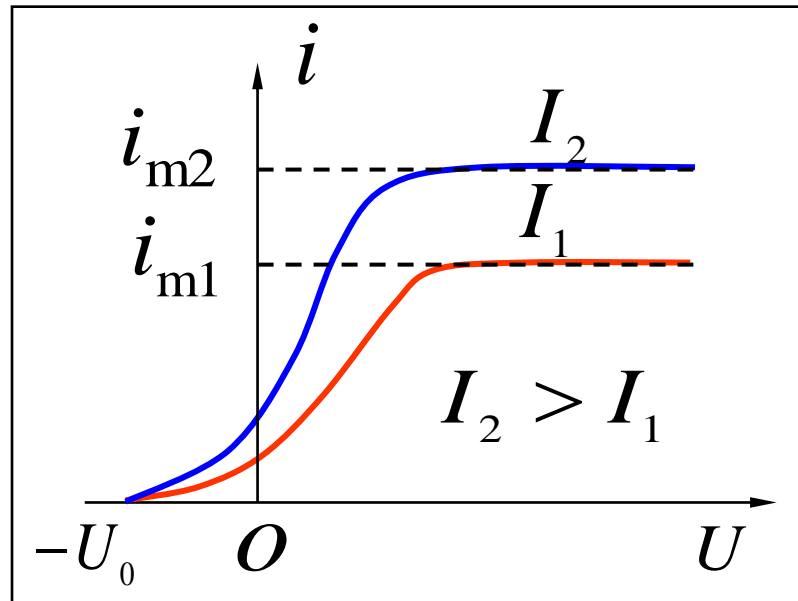
#### 1 实验装置及现象





## 2 实验规律

(1) 光电流强度与入射光强成正比.





### (2) 截止频率（红限） $\nu_0$

对某种金属来说，只有入射光的频率大于某一频率 $\nu_0$ 时，电子才会从金属表面逸出。

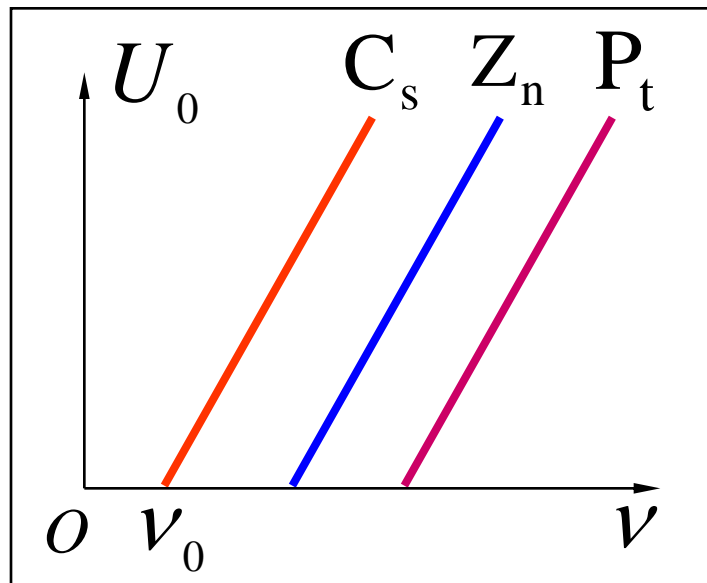
$\nu_0$ 称为**截止频率或红限频率**。

截止频率与**材料有关与光强无关**。



### (3) 遏止电势差 $U_0$

使光电流降为零所外加的反向电势差称为**遏止电势差**  $U_0$ ，对不同的金属， $U_0$  的量值不同。



遏止电势差与入射光频率具有线性关系。

### (4) 瞬时性



### 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, 只要强度足够大, 就能使电子逸出金属. 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, 与实验结果不符.



## 二 光子 爱因斯坦方程

### 1 “光量子”假设

光束可看成是由光子组成的粒子流，单个光子的能量为  $\varepsilon = h\nu$ ；对给定频率的光束来说，光子的数目越多，光的强度越大。

### 2 爱因斯坦光电效应方程

$$h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$$

逸出功与材料有关



### 几种金属逸出功的近似值 (eV)

钠	铝	锌	铜	银	铂
2.46	4.08	4.31	4.70	4.73	6.35

### 理论解释:

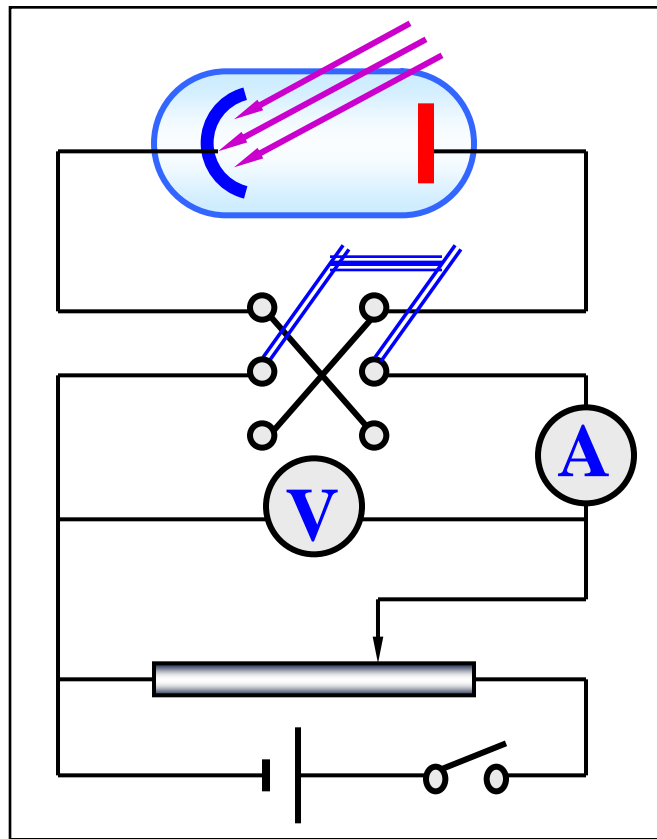
◆ 光强越大, 光子数越多, 单位时间内产生光电子数目越多, 光电流越大. ( $\nu > \nu_0$  时)



### ◆ 遏止电势差

外加**反向**的遏止电势差  $U_0$  恰能阻碍光电子到达阳极, 即

$$eU_0 = \frac{1}{2}mv^2$$







◆ **频率限制:** 只有  $\nu \geq \nu_0$  时才会发生

$$W = h\nu_0 \quad \nu_0 = W/h \text{ (截止频率)}$$

◆ **瞬时性:** 光子射至金属表面, 一个光子的能量  $h\nu$  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.

爱因斯坦的光子理论圆满地解释了光电效应现象.



### 3 普朗克常数的测定

$$h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$$

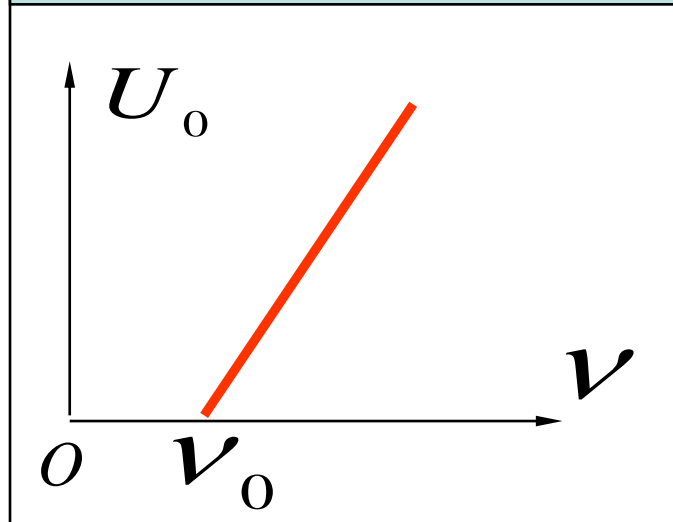
$$h\nu = eU_0 + W$$

$$U_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$$

$$\Delta U_0 / \Delta \nu = h/e$$

$$h = \frac{\Delta U_0}{\Delta \nu} e$$

遏止电势差和入射光频率的关系





**例1** 一半径为  $1.0 \times 10^{-3} \text{ m}$  的薄圆片，距光源  $1.0 \text{ m}$  . 光源的功率为  $1 \text{ W}$ ，发射波长  $589 \text{ nm}$  的单色光 . 假定光源向各个方向发射的能量是相同的，试计算在单位时间内落在薄圆片上的光子数 .

**解** 
$$S = \pi \times (1.0 \times 10^{-3} \text{ m})^2 = \pi \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$E = P \frac{S}{4\pi r^2} = 2.5 \times 10^{-7} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$$



## 15-2 光电效应 光的波粒二象性

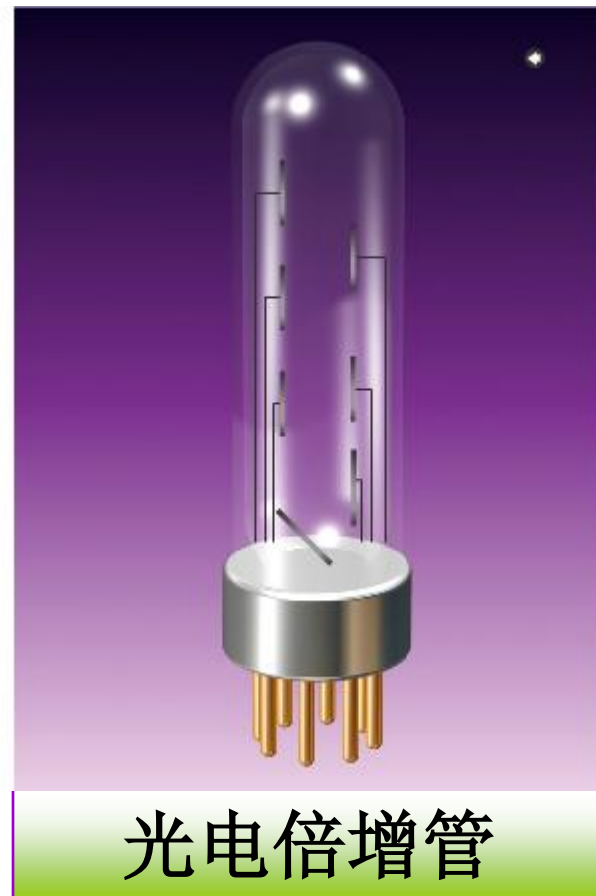
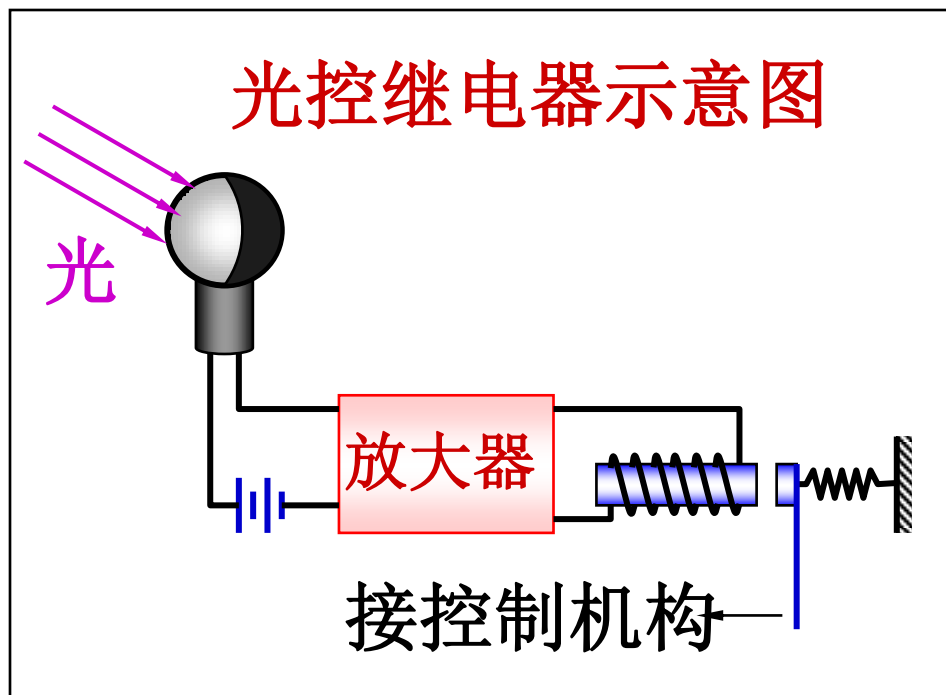
$$E = P \frac{S}{4\pi r^2} = 2.5 \times 10^{-7} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$N = \frac{E}{h\nu} = \frac{E\lambda}{hc} = 7.4 \times 10^{11} \text{ s}^{-1}$$



## 三 光电效应在近代技术中的应用

光控继电器、自动控制、自动计数、自动报警等.





### 四 光的波粒二象性

(1) 波动性：光的干涉和衍射

(2) 粒子性：  $E = h\nu$ （光电效应等）

◆ 相对论能量和动量关系  $E^2 = p^2c^2 + E_0^2$

◆ 光子  $E_0 = 0, \quad E = pc$



## 15-2 光电效应 光的波粒二象性

◆ 光子

$$E_0 = 0, \quad E = pc$$

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

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