

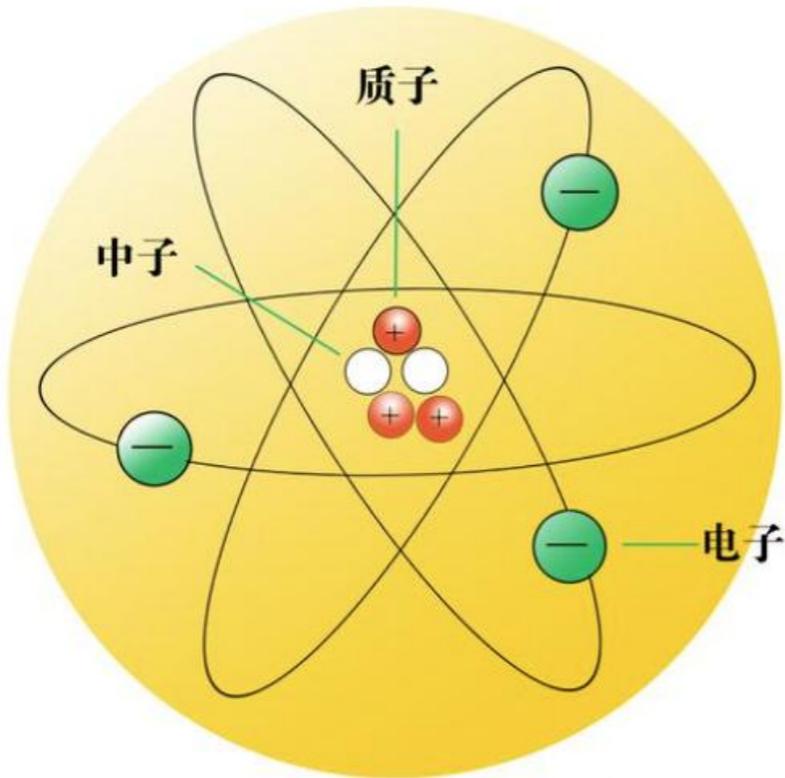


# 金属电子逸出功的测定



- 了解热电子发射的基本理论，验证肖特基效应。
- 学习用理查逊直线法处理数据，测量金属钨的电子逸出电位。

原子 { 原子核 { 质子  
          { 中子  
          { 电子



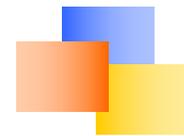
□ 核外电子靠和原子核之间的电磁相互作用绕原子核运动

□ 电子发射的种类

光电发射	靠光照射金属表面引起电子发射
热电子发射	加热金属使其中大量电子克服表面势垒而逸出
二次电子发射	靠电子流或离子流轰击金属表面而产生电子发射
场效应发射	靠外加电场电子发射引起

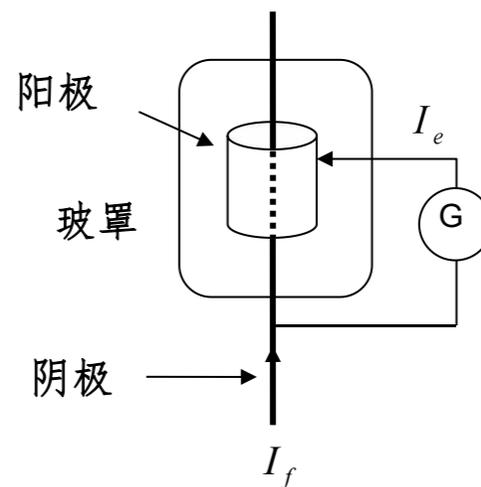
□ 热电子发射

- 英国查里森 1928年诺贝尔物理奖
- 无线电电子学的基础（二极管、X射线、雷达天线、电视机显像管、等离子体等）、
- 目的：选择合适的热点材料



## 金属电子逸出

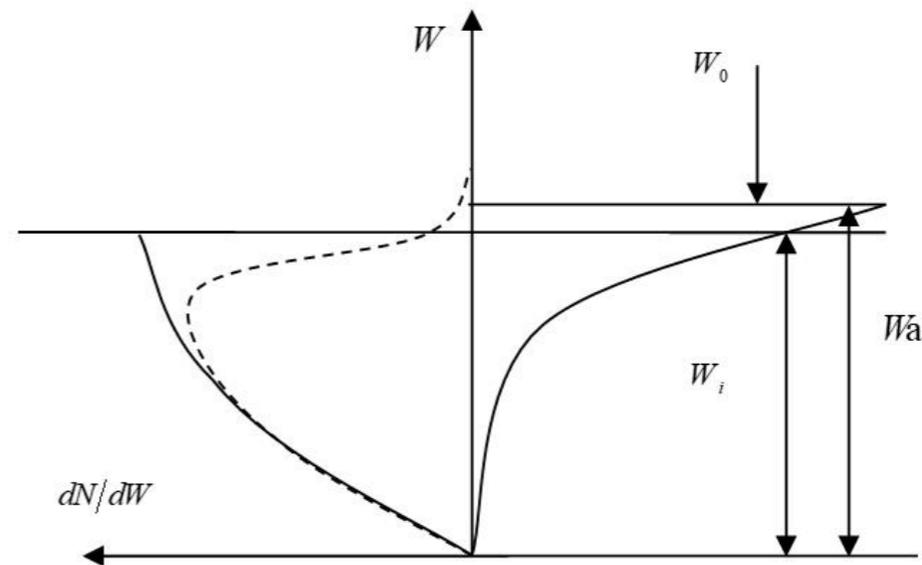
- 阴极通以电流 $I_f$ 加热
- 阴极和阳极的外电路中将会有 $I_e$ 通过

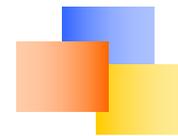


## 金属电子逸出功

- 金属中电子能量分布
- 逸出功定义:

$$W_0 = W_\alpha - W_i = e\varphi$$





## 查里森-杜希曼公式

热电子发射的  
电流强度

逸出功

$$I_e = AST^2 \exp\left(-\frac{e_0\phi}{kT}\right)$$

和阴极表面化学  
纯度有关的系数

玻尔兹曼常数,  $k =$   
 $1.38 \times 10^{-23} \text{J}\cdot\text{K}$

阴极有效  
发射面积

发射热电子的阴  
极的绝对温度

AS这两个量是难以  
测定 ?????

# 如何测量金属电子逸出功?

AS两个量的处理  
理查逊直线法 (曲线取直)

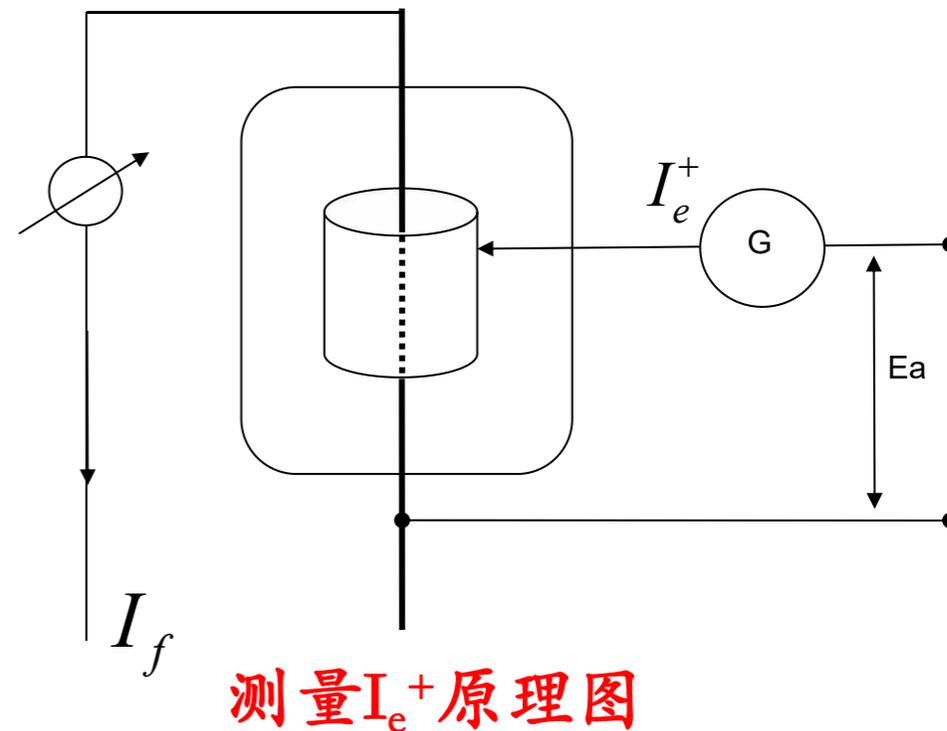
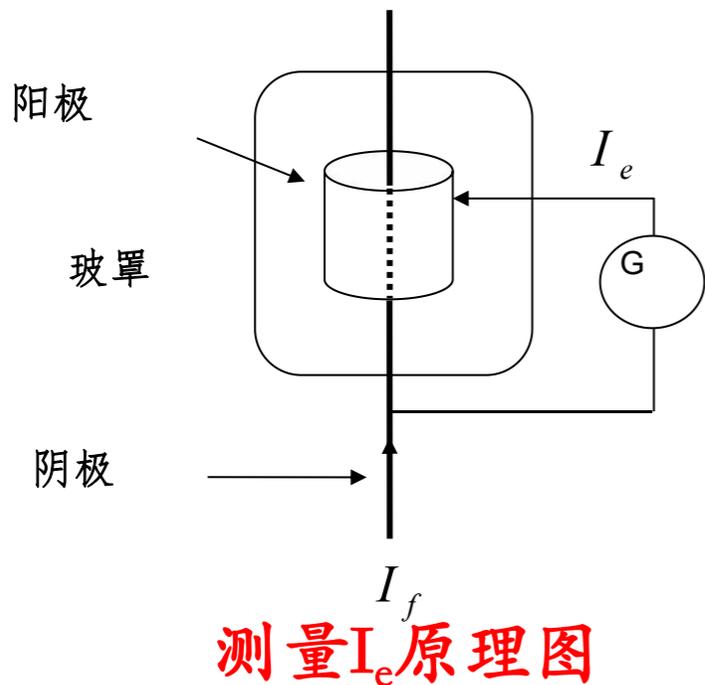
$$I_e = AST^2 \exp\left(-\frac{e_0\phi}{kT}\right)$$

$$\lg \frac{I_e}{T^2} = \lg AS - \frac{e\phi}{2.303KT} = \lg AS - 5.039 \times 10^3 \phi \frac{1}{T} \quad (2)$$

直线的斜率可以确定逸出电位  $\phi$



## 发射电流 $I_e$ 的测量



肖特基效应：空间电荷的积累



## 发射电流 $I_e$ 的测量

$$I_e^+ = I_e e^{0.439\sqrt{E_a}/T}$$

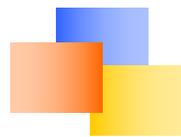
$$\lg I_e^+ = \lg I_e + 0.439\sqrt{U_a}/2.303T \quad (4)$$

直线的截距可以确定 $I_e$



## 温度T的测量

灯丝电流 $I_e^+ / \text{A}$	<b>0.625</b>	0.650	0.675	0.700	0.725	0.750	0.775	0.800
灯丝温度 $T / 10^3 \text{K}$	<b>1.92</b>	1.96	2.00	2.04	2.08	2.12	2.16	2.20



## 【实验内容和步骤】

1. 熟悉仪器，将灯丝加热电流和阳极电压旋钮逆时针旋到最小，接通电源！
2. 将灯丝加热电流调在 0.650A 保持不变，预热十五分钟！
3. 改变阳极加速电压，使  $\sqrt{U_a}$  分别为 4.0V、5.0V、6.0V、7.0V、8.0V、9.0V、10.0V 测量对应的阴极发射电流  $I_e^+$ ，并计入实验数据记录表格；
4. 将灯丝加热电流以 0.025A 间隔逐渐增大，每调整一次加热电流后要等待 3 分钟，再重复进行步骤 3 的测定，直至加热电流达到 0.800A。
5. 根据所测的实验数据在坐标纸上做出  $\lg I_e^+ - \sqrt{U_a}$  直线，利用这条直线的截距  $C = \lg I_e^+$ ，求出不同温度条件下的  $\lg I_e^+$  值；
6. 由  $\lg I_e^+$  和  $T$  的值，做出  $\lg \frac{I_e^+}{T^2} - \frac{1}{T}$  直线，在该直线上标定两个计算点（一定不能用前面画直线用的实验数据点）的坐标，利用两点式求出该直线的斜率，间接求出金属电子的逸出电位  $\varphi$ ，并与理论值进行比较计算出百分偏差：
$$E = \frac{|\varphi - \varphi_0|}{\varphi_0} \times 100\%$$
7. 降低灯丝的加热电流和阳极电压到最小，关断电源，结束实验！

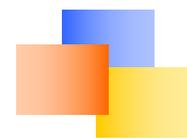


表 4-14-1: 不同阳极加速电压  $U_a$  与灯丝加热电流下的阴极发射电流  $I_e^+$  ( $\mu\text{A}$ )

$\sqrt{U_a}$ 灯丝电流 $I_f$ (A)	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
0.650							
0.675							
0.700							
0.725							
0.750							
0.775							
0.800							

根据所测实验数据做出  $\lg I_e^+ - \sqrt{U_a}$  直线, 求出不同灯丝加热电流下的  $\lg I_e^+$  值:



$$\lg I_e^+ = \lg I_e + 0.439 \sqrt{U_a} / 2.303T \quad (4)$$



直线的截距确定  $I_e$



$$\lg \frac{I_e}{T^2} = \lg AS - \frac{e\varphi}{2.303KT} = \lg AS - 5.039 \times 10^3 \varphi \frac{1}{T} \quad (2)$$



直线的斜率确定逸出电位  $\varphi$