

近代物理实验期末报告

古洪扬 12307130298



近代物理实验期末报告

古洪扬 12307130298



等离子体物理实验

1. 击穿电压测定及Paschen定律验证

2. 等离子体电子激发温度测量

Paschen定律

$$V_b = \frac{Cpd}{\ln[Apd / \ln(1 + \frac{1}{\gamma})]} = f(pd)$$

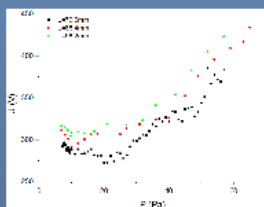
AC 依赖于电子动力学温度及气体种类常数

γ 二次电子发射系数

击穿电压仅取决于气压与极板间距的乘积

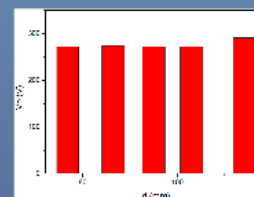
击穿电压测量

击穿电压变化



在极板间距保持一定的情况下，随着气压的增大，击穿电压先减小后增大

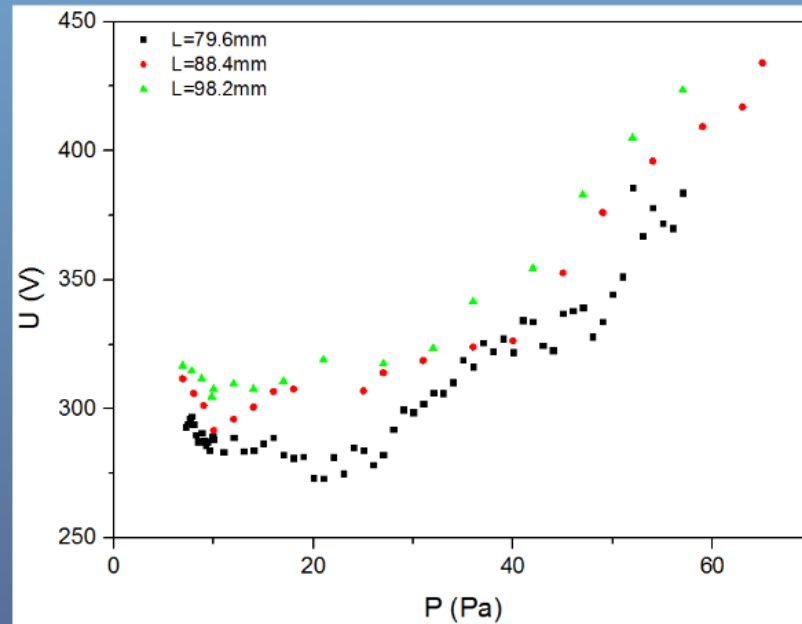
验证Paschen定律



击穿电压测量相对不确定度为3%，最大值最小相差6%

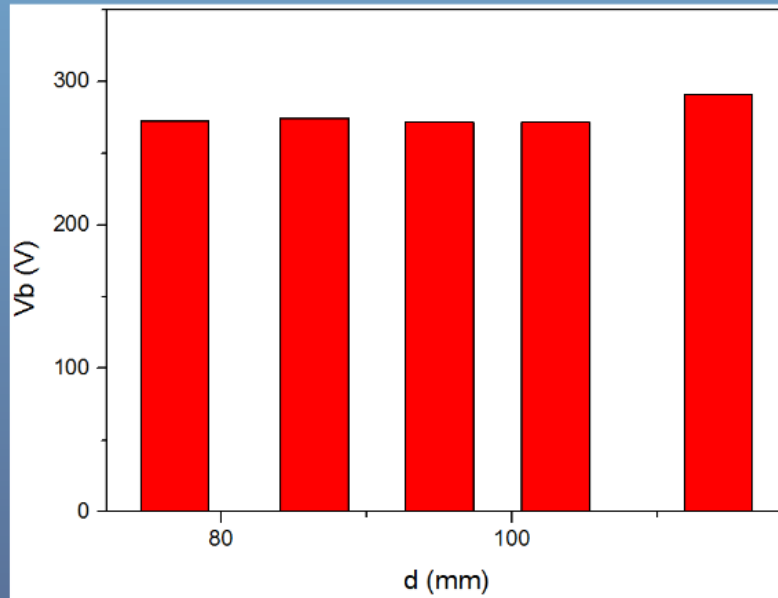
气压值得不确定度约为3%-5%

击穿电压变化



在极板间距保持一定的情况下，随着气压的增大，击穿电压先减小后增大

验证Paschen定律



击穿电压测量相对不确定度为3%，最大值最小相差6%

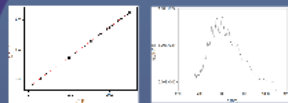
气压值得不确定度约为3%-5%

电子激发温度测量

$$I_{jk} = N_j A_{jk} h\nu_{jk} \quad N_j = \frac{g_j}{g_0} N_0 e^{-\frac{E_j}{kT_e}}$$

$$\ln\left(\frac{I_{jk} \lambda_{jk}}{g_j A_{jk}}\right) = -\frac{E_j}{kT_e} + C$$

光谱仪性质测定

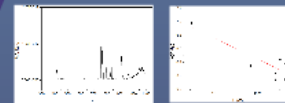


$\lambda = 0.2046 \times 341.1$

$\lambda = \frac{100}{W}$

电子激发温度计算

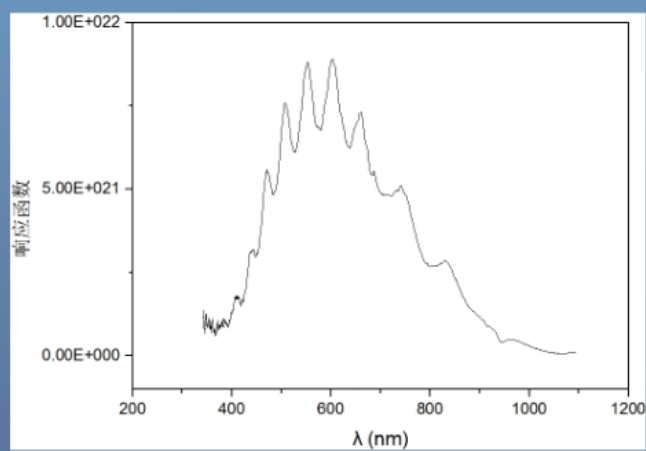
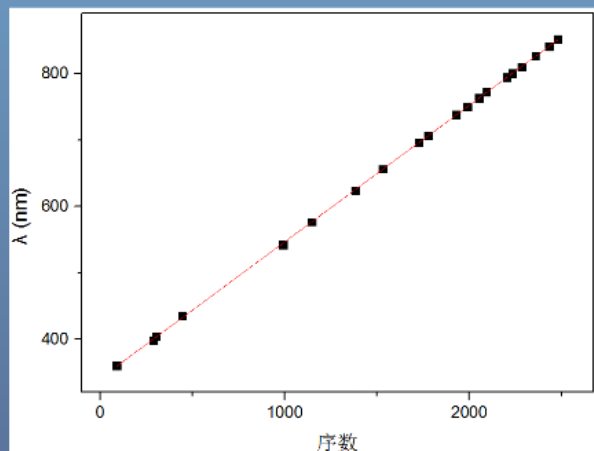
$P=0.204W$ $p=21Pa$



$T_e = 1032 \pm 0.16eV$

入射光平行度、光谱仪响应函数及分辨率

光谱仪性质测定

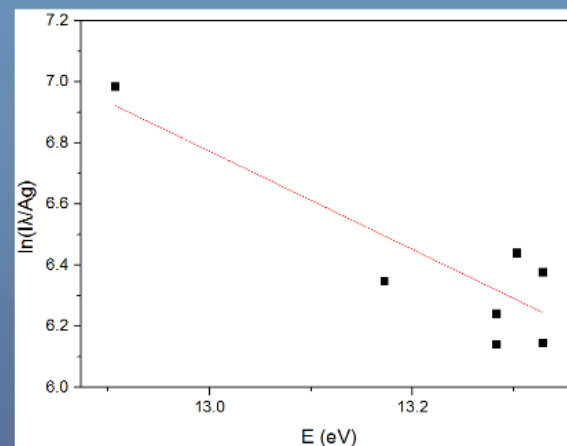
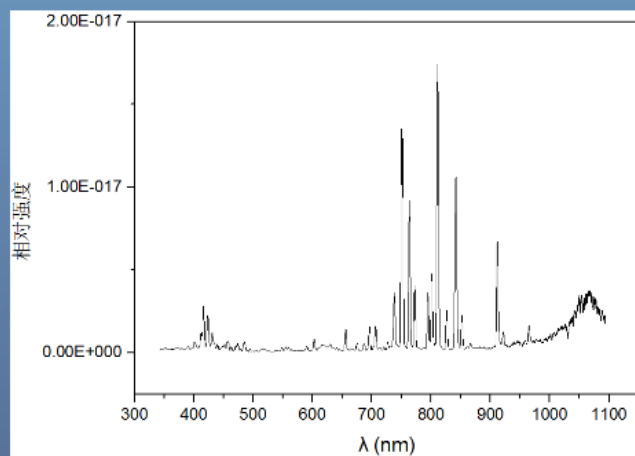


$$\lambda = 0.2058n + 341.1$$

$$R(\lambda) = \frac{I(\lambda)}{I_0(\lambda)}$$

电子激发温度计算

$P=0.204\text{W}$ $p=21\text{Pa}$

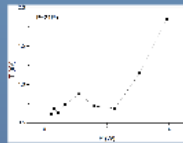


$$T_e = (0.62 \pm 0.16)\text{eV}$$

入射光平行度，光谱仪响应函数及分辨率

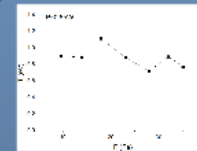
光谱法测量分析

功率影响



考虑测量的不确定度，在功率较低时，电子激发温度变化不明显。功率大于2W后，激发温度随功率明显增大。

气压影响



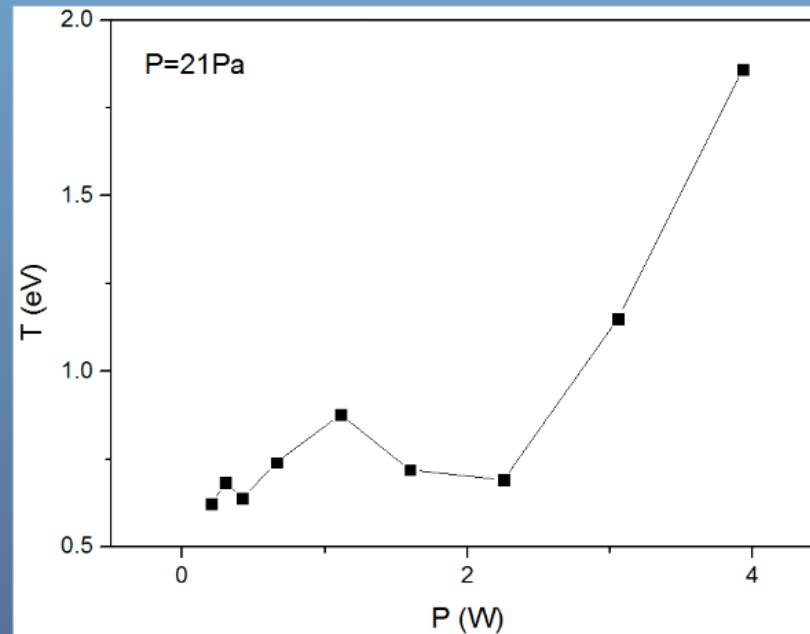
考虑测量的不确定度，在测量范围内，电子的激发温度与气压没有明显的正相关或负相关关系。

方法分析

光谱法测量时假定基态电子数服从满足玻尔兹曼分布
自由电子速率分布满足麦克斯韦分布，对应于电子温度
仅在局部热力学平衡条件下电子激发温度等于电子温度

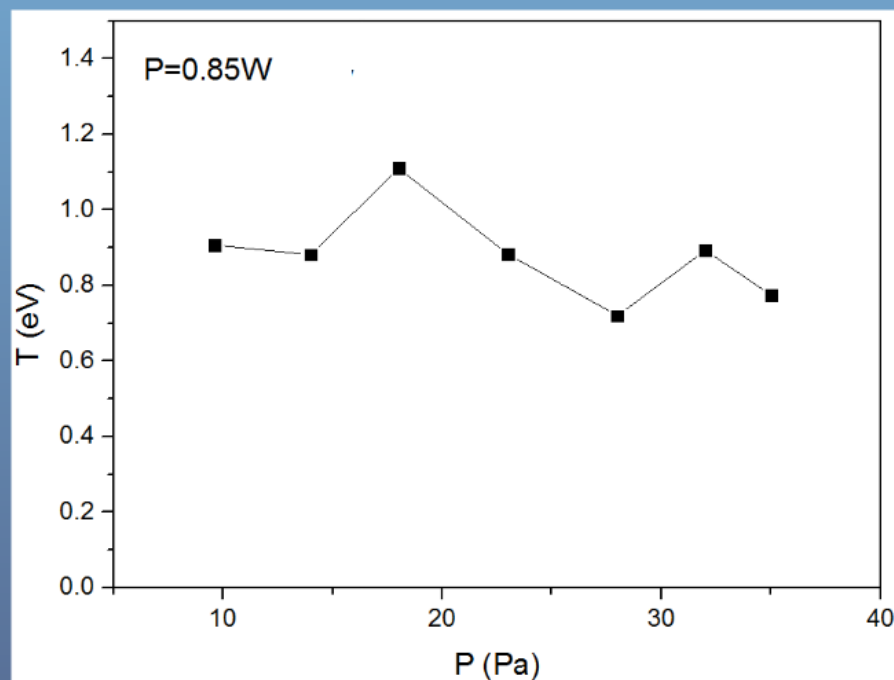
光谱法测量所得结果仅能求得基态电子的能级分布情况，仅行法测量的是与自由电子有关的能量分布情况，两者的结果数量级不同

功率影响



考虑测量的不确定度，在功率较低时，电子激发温度变化不明显。功率大于2W后，激发温度随功率明显增大。

气压影响



考虑测量的不确定度，在测量范围内，电子的激发温度与气压没有明显的正相关或负相关关系。

方法分析

光谱法测量时假定束缚态电子能级分布满足玻尔兹曼分布
自由电子速率分布满足麦克斯韦分布，对应于电子温度
仅在局部热力学平衡条件下电子激发温度等于电子温度

光谱法测量所得结果仅表征束缚态电子的能级分布情况，探针法测量的是与自由电子有关的能量分布情况，两者的结果数量级不同

实验结论

1. 在实验参数条件下, Paschen定律成立
2. 当气压不变时, 功率大于2W时, 电子激发温度与功率呈正相关关系
3. 当功率不变时, 电子激发温度与气压无明显的正负相关关系

参考文献

- [1]孙成琪. 光谱法测量低压热喷涂等离子体的电子温度和电子密度[J]. 激光与光电子学进展, 2015 (04).
- [2]赵文华. 谱线强度法所测得温度的物理意义[J]. 光谱学与光谱分析, 2007, 27(11), 2145-2149

感谢王永康老师; 侯晓洁老师的指导;
感谢侯杰同学的帮忙;

THANK YOU!

参考文献

[1] 孙成琪. 光谱法测量低压热喷涂等离子体的电子温度和电子密度[J]. 激光与光电子学进展, 2015(04).

[2] 赵文华. 谱线强度法所测得温度的物理意义[J]. 光谱学与光谱分析, 2007, 27(11), 2145-2149

感谢乐永康老师、侯晓远老师的指导!

感谢侯杰同学的合作!

THANK YOU!