

# 大学物理实验

## 超声光栅测声速



# 实验目的

1. 调节和使用分光计；
2. 掌握超声光栅声速仪的测量原理；
3. 学会用超声光栅测声速；
4. 学会用逐差法处理数据。



# 实验仪器

JJY1' 型分光计、WSG-I型超声光栅声速仪、纯净水



# 实验原理

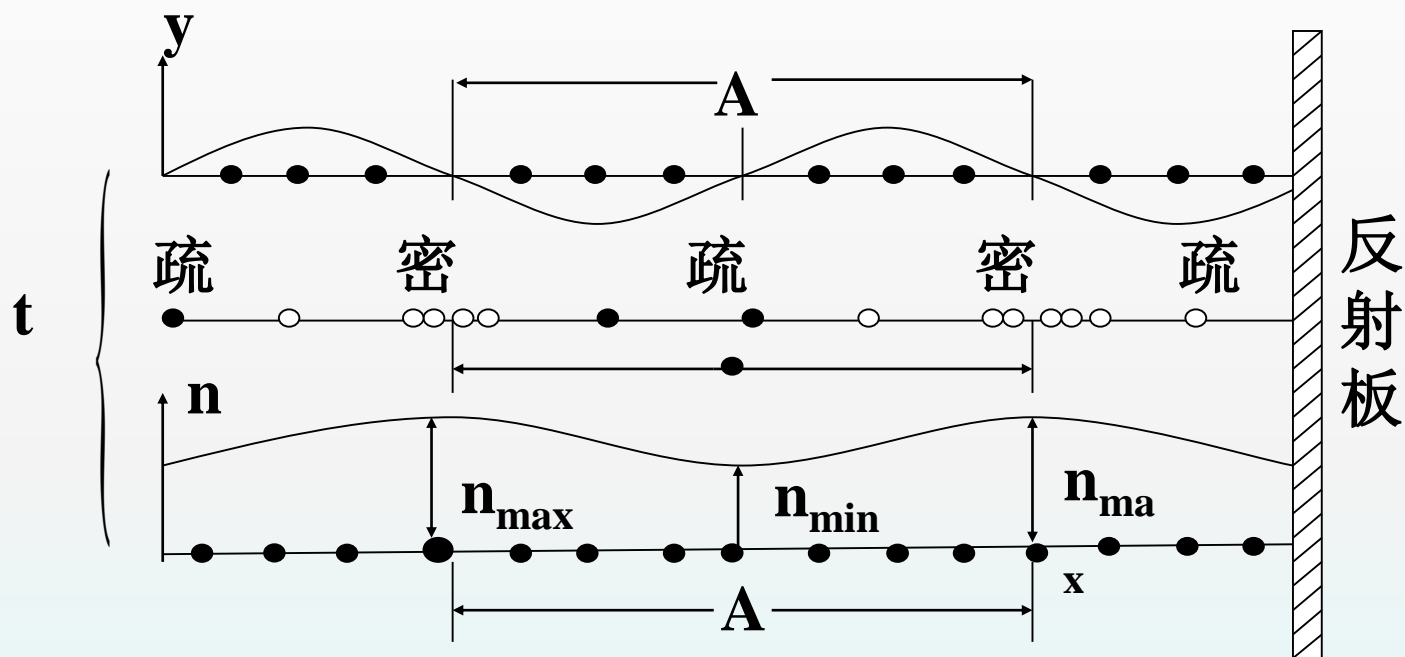
- ▶ 超声光栅的产生机制
- ▶ 液体中测声速的原理



# 超声光栅的产生机制

- ◆ 给超声池中的超声换能器加8MHz以上的交变电讯号，它就会产生超声波。
- ◆ 超声波传播时，如前进波被一个平面反射，会反向传播。在一定条件下前进波与反射波叠加而形成超声频率的纵向振动驻波。
- ◆ 其声压使液体分子产生周期性的变化，促使液体的折射率也相应的作周期性的变化，形成疏密波。在距离等于波长 $\lambda$ 的两点，液体的密度相同，折射率也相等。

# 超声光栅的产生机制

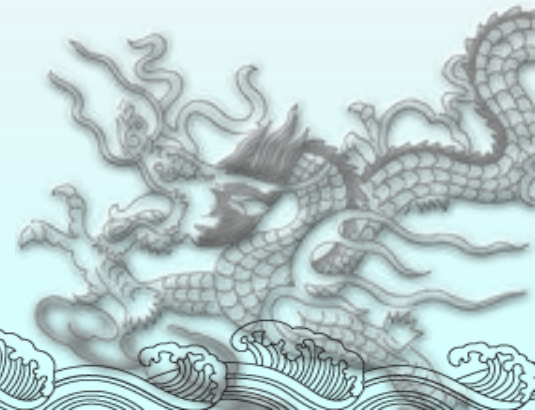
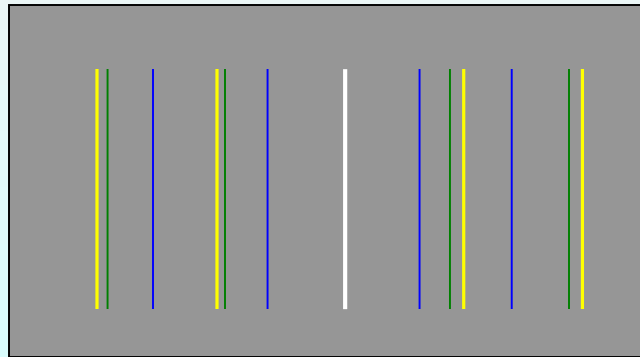


平行单色光沿垂直于超声波传播方向通过这疏密相间的液体时，就会被衍射，这一作用，类似光栅，所以称为超声光栅。

## 液体中测声速的原理

- ◆ 超声波的波长 $\lambda$ 相当于光栅常数。
- ◆ 光栅方程

$$\lambda \sin \phi_k = k \lambda$$





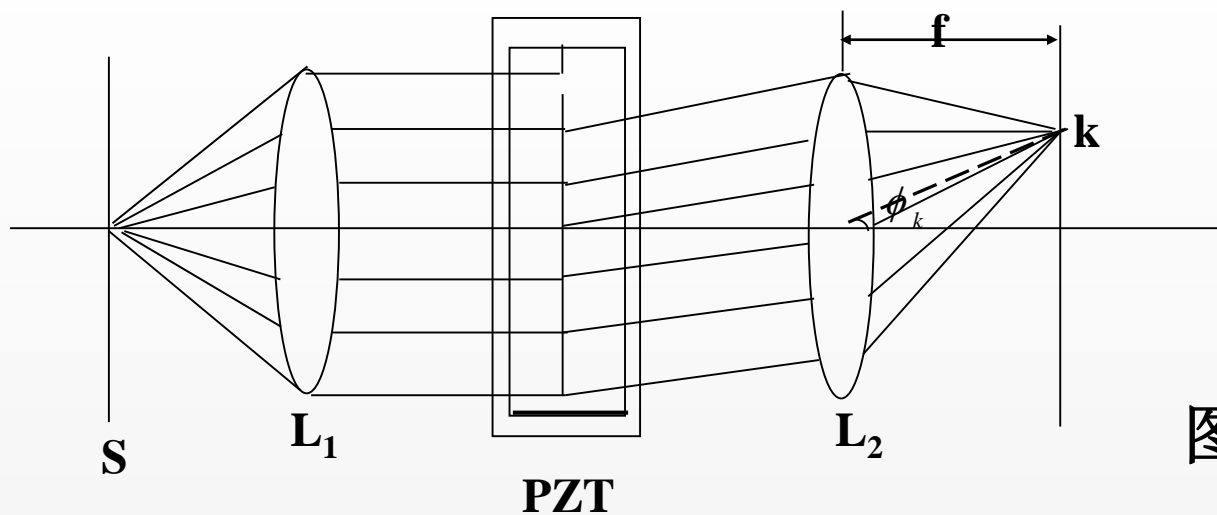


图4-4-12

$\phi_k$  很小时, 有:  $\sin \phi_k = \frac{l_k}{f}$   $l_k$ 为衍射光谱零级到k级的距离

$$A = \frac{k \lambda}{\sin \phi_k} = \frac{k \lambda f}{l_k} \quad V = A \nu = \frac{\lambda f \nu}{\Delta l_k}$$

$\Delta l_k$  为同一色光相邻衍射条纹间距,  $\nu$  为共振时频率计的读数



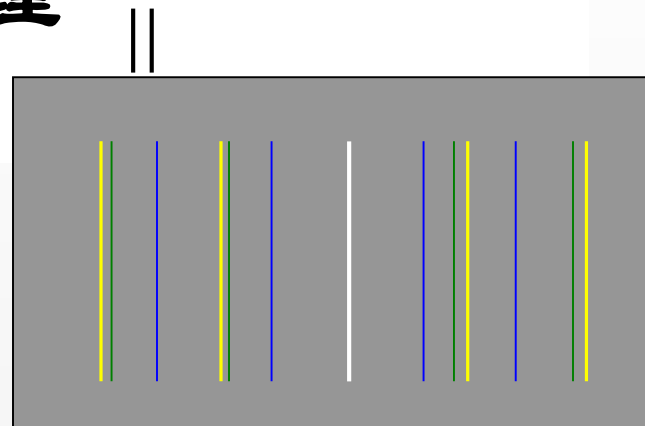
# 实验内容与步骤

1. 调好分光计
2. 将待测液体纯净水注入液体槽内，液面高度以液体槽侧面的刻线为准。
3. 将液体槽座卡在分光计载物台上，液体槽卡住载物台边的缺口对准锁紧螺钉的位置，放置平稳，并用载物台侧面的锁紧螺钉锁紧。
4. 将液体槽（也称超声池）平稳地放置在液体槽座中，转载物台使超声池两侧表面基本垂直于望远镜和平行光管的光轴
5. 两支高频连接线的一端各插入液体槽盖板的接线柱上，另一端接入超声光栅仪电源箱的高频信号输出端，然后将液体槽盖板盖在液槽上；
6. 开启超声信号源电源，从阿贝目镜观察衍射条纹，仔细调节频率微调钮，使电振荡频率与锆钛酸铅陶瓷片固有频率（约11MHz）共振，此时，衍射光谱的级次会显著增多且更为明亮。

7. 如此前分光计已调整到位，左右转动超声池（可转动分光计载物台或游标盘，细微转动时，可通过调节分光计螺钉实现，能使射于超声池的平行光束完全垂直于超声束，同时观察视场内的衍射光谱左右级次亮度及对称性，直到从目镜中观察到稳定而清晰的左右各2级的衍射条纹为止；
8. 取下阿贝目镜，换上测微目镜，接筒在出厂时已装在测微目镜上，调焦目镜，能清晰观察到衍射条纹。利用测微目镜逐级测量其位置读数（例如：从-2、-1、0、+1、+2），再用逐差法求出条纹间距的平均值；

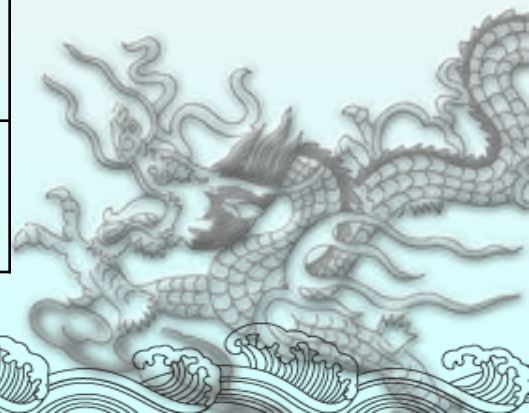
# 数据记录及处理

在测微目镜中分别读出黄、绿、蓝三种颜色的各级衍射条纹的位置。



衍射条纹的位置读数 (mm)

级色	-2	-1	0	1	2
黄					
绿					
蓝					

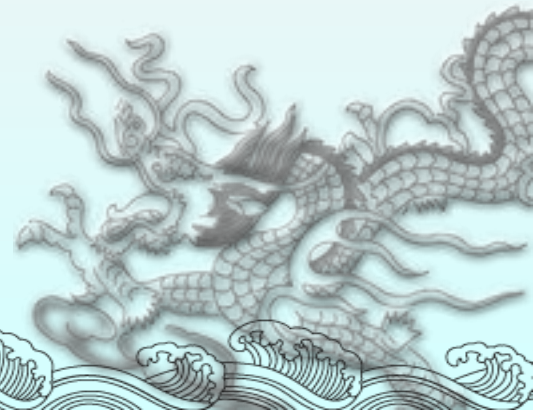


## 衍射条纹的平均间距 (mm)

颜色	$X_0 - X_{-2}$	$X_1 - X_{-1}$	$X_2 - X_0$	$\overline{\Delta X}$	$\overline{\Delta l_k} = \frac{\overline{\Delta x}}{2}$
黄					
绿					
蓝					

三种不同的波长测得的平均间距计算声速， $v = \lambda f \nu = \frac{\lambda f \nu}{\Delta l_k}$   
 再求出声速的总的平均值，并将其与理论值  
**(1497m/s)**进行比较。

$$\text{百分差} = \frac{|v - v_{\text{理}}|}{v_{\text{理}}} \times 100 \%$$



# 注意事项

- ▣ 实验结束后将水倒出。

