

重庆大学物理实验报告

开课学院、实验室 大学物理实验中心 实验时间: 2017年12月

课程名称	大学物理实验	实验项目名称	实验项目类型				
			验证	演示	综合	设计	其他
		声光衍射与液体中声速的测定					
指导教师	李巧梅	成绩	100				

- 实验目的:
1. 理解声光相互作用的机理和超声光栅的原理
 2. 观察声光衍射现象
 3. 学会用超声光栅测定液体中声速

实验原理: 声波在气体、液体介质中传播时,会引起介质密度呈疏密交替变化形成液体声场,当光通过这种声场时就相当于通过一个透射相位光栅并发生衍射,称为声光衍射. 本实验研究以液体为介质的超声光栅对光的衍射作用.

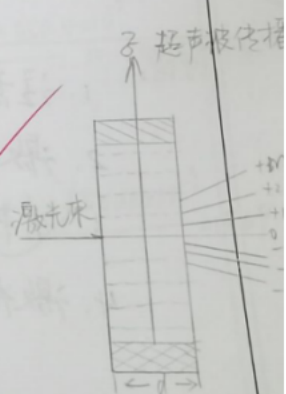
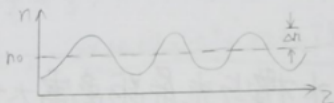
超声波在液体中传播的方式可以是行波也可以是驻波. 行波形式的超声光栅,栅面在空间随时间移动. 密度和折射率都是周期性变化且周期相同,相应波长正是超声波的波长 λ_s . 折射率的分布以声速 v_s 推进,表示为:

$$\begin{cases} n(z,t) = n_0 + \Delta n(z,t) \\ \Delta n(z,t) = \Delta n \sin(k_s z - \omega_s t) \end{cases}$$

前进波与反射波叠加得 $\Delta n(z,t) = 2\Delta n \cos 2\pi \frac{z}{\lambda_s} \cdot \sin 2\pi \frac{t}{T_s}$.

计算得 $\Delta n(z,t) = 2n \sin k_s z \cdot \cos \omega_s t$.

当一束单色光垂直入射到超声光栅上时,出光即为衍射光. $v_s = \frac{2L\lambda f_s}{X_{m/m}}$



实验仪器:	量程	最小量	估读误差
声光衍射仪 / MHz	0~13	0.01	0.01
游标卡尺 / mm	0~150	0.02	0.02
卷尺 / mm	0~2000	1	0.5
温度计 / °C	0~1000	1	0.5

实验步骤:

- ① 根据实验原理设计光路图
- ② 在液槽中装入适量透明液体, 尽量使液槽器壁气泡少, 放入超声换能器, 打开激光器, 使激光垂直射入液槽。
- ③ 连接电路, 开机给换能器加上激励电压, 调节声光衍射仪频率, 直到观察屏上出现衍射图样。
- ④ 反复仔细观察, 调节液槽的俯仰、方位, 换能器的位置以及仪器的频率, 直至观察屏中出现衍射光斑最多, 光强最大。
- ⑤ 用米尺测量液槽中心到屏的距离 L 。
- ⑥ 用游标卡尺测量 $\pm m$ 级光斑 X_m 。
- ⑦ 测温 T 。
- ⑧ 测频率 f_s , 计算 V_s 。
- ⑨ 改变 T , 比较对声速的影响。

实验记录:

介质	$t/^\circ\text{C}$	λ/mm	f_s/MHz	l_0/mm	x_1/mm	x_2/mm	x_3/mm	d/mm
水	19.5	650.4	10.64	1256.0	12.56	24.82	36.24	51.5
	43.5		11.19	1264.5	11.95	24.01	35.86	

数据处理:

$t=19.5^\circ\text{C}$

$$\frac{\bar{x}_m}{m} = \frac{1}{3} \left(\frac{x_1}{1} + \frac{x_2}{2} + \frac{x_3}{3} \right) = 12.35 \text{ mm}$$

$$L = l_0 + \frac{d}{2} = 1281.8 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{2f_s L \lambda}{\frac{\bar{x}_m}{m}} = 1436 \text{ m/s}$$

$t=43.5^\circ\text{C}$

$$\frac{\bar{x}_m}{m} = \frac{1}{3} \left(\frac{x_1}{1} + \frac{x_2}{2} + \frac{x_3}{3} \right) = 11.97 \text{ mm}$$

$$L = l_0 + \frac{d}{2} = 1290.3 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{2f_s L \lambda}{\frac{\bar{x}_m}{m}} = 1569 \text{ m/s}$$

由计算结果可知, 温度越高, 水中声速越大

数据处理:

sl
2020

- 讨论:
1. 注意水槽与光屏距离需大于 1.1m .
 2. 激光需垂直射入
 3. 水槽装水前严禁打开超声波.
 4. 激光需穿过液体不能从液面上射出

物理实验 原始实验数据记录

2021年12月6日

实验名称 声光衍射与液体中声速的测定

实验仪器:

仪器名称	量程	最小量	估读误差	仪器误差	零位误差
声光衍射仪/MHz	0~13	0.01	0.01		
游标卡尺/mm	0~150	0.02	0.01		
卷尺/mm	0~2000	1	0.5		
温度计/°C	0~100	1	0.5		

物理现象及数据记录 (表格自拟):

介质	t/°C	λ /nm	f_s /MHz	l_0 /mm	X_1 /mm	X_2 /mm	X_3 /mm	d /mm
水	19.5	650.4	10.64	1256.0	12.56	24.82	36.24	51.5
	43.5		11.19	1264.5	11.95	24.01	35.86	

$$t=19.5^\circ\text{C时}, \quad \frac{\bar{X}_m}{m} = \frac{1}{3} \left(\frac{X_1}{1} + \frac{X_2}{2} + \frac{X_3}{3} \right) = 12.35 \text{ mm}$$

$$L = l_0 + \frac{d}{2} = 1281.8 \text{ mm}, \quad V_s = \frac{2f_s L \lambda}{\frac{\bar{X}_m}{m}} = \frac{2 \times 10.64 \times 10^6 \times 1281.75 \times 650.4 \times 10^{-9}}{12.35} = 1436 \text{ m/s}$$

$$t=43.5^\circ\text{C} \quad \frac{\bar{X}_m}{m} = \frac{1}{3} \left(\frac{X_1}{1} + \frac{X_2}{2} + \frac{X_3}{3} \right) = 11.97 \text{ mm}$$

$$L = l_0 + \frac{d}{2} = 1290.3 \text{ mm}, \quad V_s = \frac{2f_s L \lambda}{\frac{\bar{X}_m}{m}} = \frac{2 \times 11.19 \times 10^6 \times 1290.3 \times 650.4 \times 10^{-9}}{11.97} = 1569 \text{ m/s}$$

由计算结果可知, 温度越高, 水中声速越大

指导教师:

[Signature]