

大学物理实验报告

专业班级 电科1804 学号 201811020429 姓名 袁光军

实验四十二 微波的基本特性研究

记号

张明亮

[目的]

了解与学习微波产生的基本原理以及传播和接收等基本特性
观测微波干涉、衍射、偏振等实验现象
通过迈克尔逊实验测量微波波长

[原理]

微波产生原理框图 频率调节 $\rightarrow$ VCO $\rightarrow$ 滤波器 $\rightarrow$ 放大器

微波的反射：遵循和光一样的反射定律
衰减器 $\rightarrow$ 放大器 $\rightarrow$ 隔离器 $\rightarrow$ 输出发射

(1) 微波的单缝衍射实验：对于一维衍射，微波单缝衍射图样的强度分布规律为： $I = I_0 \frac{\sin^2 \mu}{\mu^2}$ $\mu = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$

I_0 是中央极大中心的微波强度， a 为单缝的宽度， λ 是微波的波长， θ 为衍射角， $\frac{\sin^2 \mu}{\mu^2}$ 为单缝衍射因子，表征衍射场内任一点微波相对强度的大小。当 $a \sin \theta = \pm k\lambda$ ，相应的 θ 角位置衍射强度为零。
(3) 微波的二维干涉实验：金属板的两条狭缝上，狭缝就成为次级波源。当一平面波垂直入射到一金属板的狭缝上，狭缝就成为次级波源。由两缝发出的次级波是相干波，因此在金属板的背面将产生干涉现象。为了研究主要来自两缝中央衍射波相互干涉的结果，令狭缝 a 接近入射波波长，两缝之间的间距 b 较大时，干涉受衍射的影响较小。

干涉加强的角度为 $\theta = \sin^{-1}(\frac{\lambda}{2a})$ 干涉减弱的角度为 $\theta = \sin^{-1}(\frac{\lambda}{a})$
(4) 迈克尔逊干涉实验：在微波前进的方向上放置一个与波传播方向成 45° 角的半透射半反射的分束板。将入射波分成一束向金属板 A 传播，另一束向金属板 B 传播。由于 A、B 金属板的反射作用，两列波回到分束板到达微波接收器处。当两波的相位差为 $2k\pi$ ，干涉加强；当两波的相位差为 $(2k+1)\pi$ ，干涉减弱。当微波接收信号从极大到极小一次板寸，反射板移动 $\frac{1}{2}$ 距离，由这个距离可求得微波波长



[数据记录与处理]

1. 微波的反射

$\theta_{\text{入射}}$	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°
$\theta_{\text{反射}}$	29°	33°	35°	34°	37°	41°	43°
$\Delta\theta$	1°	1°	1°	2°	1°	1°	1°
$\theta_{\text{入射}}$	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°
$\theta_{\text{反射}}$	43°	45°	46°	48°	50°	52°	53°
$\Delta\theta$	1°	1°	2°	2°	2°	2°	3°

2. 微波的单缝衍射

狭缝宽度 $a = 4.0 \text{ (cm)}$

$\varphi (^\circ)$	0	2	4	6	8	10	12
$U_E \text{ (mV)}$	75	77	86	93	91	76	69
$U_E \text{ (mV)}$	75	70	79	89	85	76	74
$\varphi (^\circ)$	14	16	18	20	22	24	26
$U_E \text{ (mV)}$	79	83	81	58	40	39	61
$U_E \text{ (mV)}$	78	75	66	60	45	40	43
$\varphi (^\circ)$	28	30	32	34	36	38	40
$U_E \text{ (mV)}$	61	43	28	27	26	58	30
$U_E \text{ (mV)}$	44	47	37	25	35	46	39

狭缝宽度 $a = 4.0 \text{ (cm)}$

在坐标纸上以 φ 为横坐标、 I 为纵坐标作图，确定第一个衍射强度极大 (I) 为零或极小时对应的 φ 角。由 $a \sin \varphi = \pm k\lambda$ ，求出微波波长 λ ：

$$\lambda = a \sin \varphi = 2.3 \text{ (cm)}$$

$$\varphi = 2.1^\circ$$

3. 微波的双缝干涉

φ (°)	0	2	4	6	8	10	12
$I_{\text{max}} (\mu\text{A})$	81.43	77	69	48	55	35	41
$I_{\text{min}} (\mu\text{A})$	65	70	67	57	40	36	15
φ (°)	14	16	18	20	22	24	26
$I_{\text{max}} (\mu\text{A})$	72	55	58	65	41	70	23
$I_{\text{min}} (\mu\text{A})$	62	69	70	61	44	23	5
φ (°)	28	30	32	34	36	38	40
$I_{\text{max}} (\mu\text{A})$	56	9	29	10	21	28	36
$I_{\text{min}} (\mu\text{A})$	1	1	13	21	30	44	49

狭缝宽度: $a = 3.5$ (cm), 狭缝间距: $b = 8.7$ (cm)

在坐标纸上以 φ 为横坐标、 I 为纵坐标作图, 确定第一个衍射强度 (I) 为极大时对应的 φ 角, 计算微波波长:

$$\lambda = (a+b) \sin \varphi = 3.4 \text{ cm}$$

4. 迈克尔逊干涉实验

微波强度极大、极小的位置	1	2	3	4	5	6	7	8
x_i (cm)	0.85	1.85	2.50	3.35	4.15	4.85	5.75	6.50

用逐差法处理数据:

$$\Delta x_{51} = x_5 - x_1 = 3.30 \text{ (cm)}, \quad \Delta x_{62} = x_6 - x_2 = 4.00 \text{ (cm)},$$

$$\Delta x_{73} = x_7 - x_3 = 3.25 \text{ (cm)}, \quad \Delta x_{84} = x_8 - x_4 = 3.15 \text{ (cm)},$$

$$\overline{\Delta x} = \frac{\Delta x_{51} + \Delta x_{62} + \Delta x_{73} + \Delta x_{84}}{4} = 3.43 \text{ (cm)},$$

$$\bar{\lambda} = \overline{\Delta x} = 3.43 \text{ (cm)}$$

$$\sigma_{\bar{\lambda}} = 0.19 \text{ (cm)}, \quad \sigma_{\bar{\lambda}} = \sigma_{\overline{\Delta x}} = 0.19 \text{ (cm)}$$

$$\lambda = \bar{\lambda} \pm \sigma_{\bar{\lambda}} = 3.43 \pm 0.19 \text{ (cm)}$$

$$E_{\lambda} = \frac{\sigma_{\bar{\lambda}}}{\bar{\lambda}} \times 100\% = 5.7\%$$

