

王 / 6.37-1

- [目的]
1. 了解微波产生和传播原理以及传播和接收等特性
 2. 观测微波干涉、衍射、偏振等实验现象
 3. 通过迈克尔逊实验测量微波波长

[原理]

微波介绍

波长为 $1\text{mm} \sim 1\text{m}$, ν 为 $300\text{MHz} \sim 300\text{GHz}$ 无线电波中波长最短电磁波。它不仅具有无线电波性质, 还有光波性质, 具有光的直线传播、反射、折射、衍射、干涉等现象。微波用于波动实验化光学方法更简便和直观。

1. 微波的产生和接收



2. 微波光学实验

1) 微波的反射实验

微波的波长较短, 一般电磁波短, 更其方向性、遇障碍物, 就会反射。

2) 单缝衍射实验

平面微波入射到一宽度和微波波长可比拟的一狭缝时, 通过狭缝后微波发生类似光波一般的衍射现象。同样中央零级最强, 也最高, 在中央两侧衍射角波强度将迅速减小。对各级衍射, 同样强度分布规律为 $I = I_0 \sin^2 \frac{N\alpha}{2}$ 。

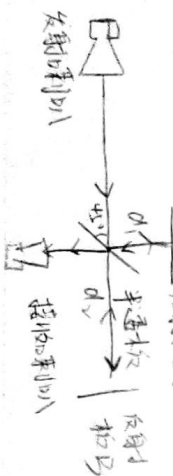
$M = \frac{Na \sin \alpha}{2}$ 1. 是中央主极大, 大中心的微波强度, a 为单缝宽度。

入是微波波长, α 为衍射角, $\sin \alpha$ 为单缝衍射因子, 表征任一点微波相对强度大小。当 $0 \leq \alpha \leq \pi$, $p = 1, 2, 3, \dots$ 时, α 角衍射强度为零。

1) 双缝干涉

一平面波垂直入射到一屏板上的两条狭缝上, 狭缝成为次级波源, 因两缝发出的次级波是相干波, 因此在金属板后的后面空间中, 将产生干涉现象。干涉的强度 $I = I_0 \sin^2 \left(\frac{k \cdot a \cdot \sin \alpha}{2} \right)$ $k = 1, 2, 3, \dots$

14) 迈克尔逊干涉实验



[数据记录与处理]

1. 微波的反射

θ 入射	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°
θ 反射	27°	29°	30°	36°	37°	39°	41°
$\Delta \theta$	3°	3°	4°	0°	6°	1°	1°
θ 入射	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°
θ 反射	44°	45°	47°	49°	51°	53°	54°
$\Delta \theta$	0°	1°	1°	1°	1°	1°	2°

2. 微波的单缝衍射

狭缝宽度 $a = 2.00 \text{ (cm)}$

θ (°)	0	2	4	6	8	10	12
θ 入射	60.0	63.0	70.0	78.0	76.0	70.0	69.0
θ 反射	60.0	56.0	62.0	71.0	82.0	70.0	65.0
φ (°)	14	16	18	20	22	24	26
θ 入射	68.0	66.0	60.0	50.0	42.0	38.0	49.0
θ 反射	74.0	84.0	80.0	70.0	40.0	16.0	40.0
φ (°)	28	30	32	34	36	38	40
θ 入射	54.0	45.0	34.0	27.0	32.0	31.0	36.0
θ 反射	70.0	70.0	28.0	9.0	50.0	70.0	70.0

狭缝宽度 $a = 3.00 \text{ (cm)}$

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 (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 (不要求)

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

图见背面

3. 微波的双缝干涉

φ (°)	0	2	4	6	8	10	12
I (μA)	55.00	35.00	12.00	21.00	38.00	55.00	65.00
I (μA)	55.00	72.00	70.00	60.00	55.00	45.00	24.00
φ (°)	14	16	18	20	22	24	26
I (μA)	65.00	61.00	50.00	29.00	10.00	4.00	14.00
I (μA)	24.00	36.00	50.00	70.00	80.00	77.00	56.00
φ (°)	28	30	32	34	36	38	40
I (μA)	19.00	21.00	39.00	54.00	55.00	30.00	9.00
I (μA)	34.00	14.00	7.00	9.00	25.00	68.00	81.00

狭缝宽度: $a = 3.00$ (cm), 狭缝间距: $b = 7.10$ (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:

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

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)	5.80	5.20	4.30	3.70	2.60	1.80	1.07	0.25

用逐差法处理数据:

$$\Delta x_{51} = x_5 - x_1 = -2.20 \text{ (cm)}, \quad \Delta x_{62} = x_6 - x_2 = -2.40 \text{ (cm)},$$

$$\Delta x_{73} = x_7 - x_3 = -2.23 \text{ (cm)}, \quad \Delta x_{84} = x_8 - x_4 = -2.45 \text{ (cm)},$$

$$\Delta x = \frac{\Delta x_{51} + \Delta x_{62} + \Delta x_{73} + \Delta x_{84}}{4} = -2.32 \text{ (cm)},$$

$$\bar{\lambda} = \Delta x = 2.32 \text{ (cm)}$$

$$\sigma_{\Delta x} = 0.09 \text{ (cm)}$$

$$\lambda = \bar{\lambda} \pm \sigma_{\lambda} = 2.32 \pm 0.09 \text{ (cm)}$$

$$E_{\lambda} = \frac{\sigma_{\lambda}}{\bar{\lambda}} \times 100\% = 3.9\%$$