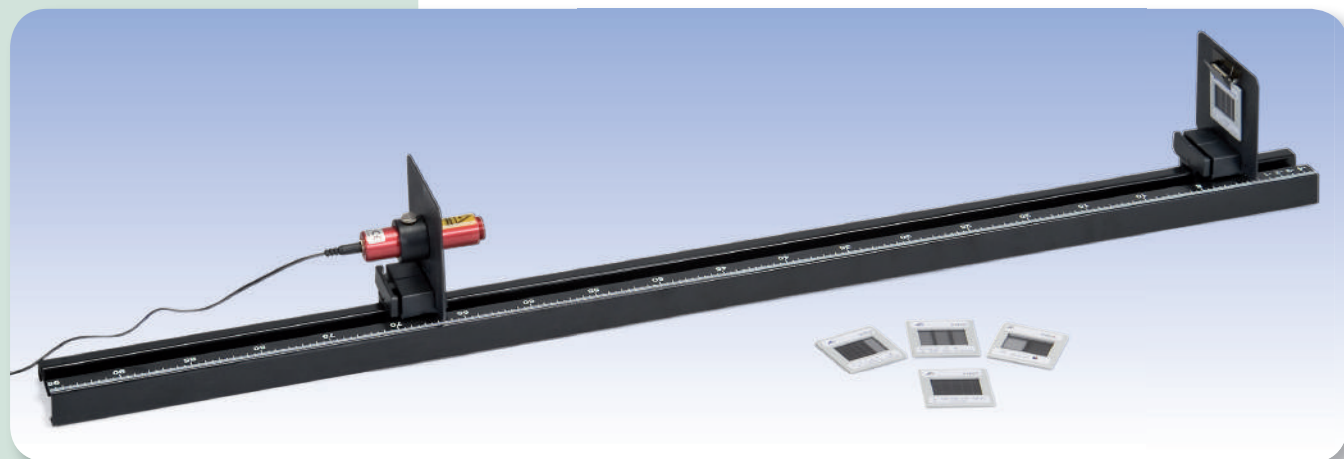




実験の手順

- 二重スリットのスリット間隔を変えて、回折実験を行います。
- 異なるスリット幅を持つ二重スリットを使って、回折実験を行います。
- スリットの数異なる多重スリットを使って、回折実験を行います。
- 一次元（線状）と二次元（格子状）の回折格子を使って、回折実験を行います。

目的

光の波動性を確認し、その波長を測定すること。

まとめ

多重スリットや回折格子による光の回折現象は、ホイヘンスの原理によれば、多重スリットのそれぞれを光源と見なし、そこから放出されるコヒーレントな波の各成分の重ね合わせとして記述できます。スリットが並ぶ幅を超えて観察される明暗の帯のパターンは、個々の波の干渉によって説明されます。スリット間の間隔とスリット－観察用スクリーン間の距離が既知であれば、スクリーン上に生じた任意の2つの明るい帯間の距離を測定することにより、光の波長が計算できます。

必要機器

品番	品名	数量
U22001	レーザーダイオード・緑・532nm	1
U8475240	光学台・K型、1000mm	1
U8475350	光学キャリア・K型	2
U84755401	クランプ・K型	1
U8475550	レーザー光源固定板・K型、U22001用	1
U14100	二重スリット、スリット幅違い3種	1
U14101	二重スリット、スリット間隔違い4種	1
U14102	複スリットセット	1
U14103	回折格子、3種	1
U14106	直交回折格子、2種（格子点と井桁）	1

※写真では赤色レーザーを使用していますが、必要機器では緑色レーザーを掲載しています。

基本原理

多重スリットや回折格子による光の回折現象は、ホイヘンスの原理によれば、多重スリットで形成された光源の各点から放射されるコヒーレントな波の各成分の重ね合わせとして記述できます。これらの重ね合わせは光が進行する方向により、その強度を増す方向に作用することもあれば、減少させる方向に作用することもあります。この重ね合わせにより、スリットが並ぶ幅を超えて観察される明暗の光のパターンが説明できます。

応用実験

- 仕様は予告なく変更されることがあります。
- 品番・品名をクリックすると製品仕様ページ（外部サイト）が開きます。

二重スリットを抜けた後の光は、ある特定の角度 α_n の方向で光が強くなります。これは、第一のスリットを抜けた光の成分に対して、第二のスリットを抜けた光の成分がその強度を増やすように作用する場合に、両者を合成した光の強度が最大になります。

2つのスリットの中心を通り抜けた2つの波の成分間の光路差 ΔS_n が光の波長 λ の整数倍である場合に、この条件が満たされます（図1参照）。このことから、

$$(1) \quad \Delta S_n(\alpha_n) = n \cdot \lambda$$

ここで、 $n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ は、回折次数と呼ばれます。

二重スリットからの距離 L が大きく、スクリーン上での観測位置の角度 α_n が小さい場合には、光路差 ΔS_n と n 次の回折強度が極大になる位置座標 x_n との間に以下の関係式が成り立ちます。

$$(2) \quad \frac{\Delta S_n}{d} = \sin \alpha_n \approx \tan \alpha_n = \frac{x_n}{L}$$

d ：スリット間の間隔

このように回折強度が極大になる位置は、以下の値与えられる一定の間隔で並ぶことになります。

$$(3) \quad a = x_{n+1} - x_n = \frac{\lambda}{d} \cdot L$$

この関係は、等間隔を置いて並ぶ N 個 ($N>2$) のスリットからなる多重スリットの場合にも当てはまります。式(1)は、 N 個のスリットの全てからの波の成分が、回折強度を強めるように干渉し合う条件を示しています。したがって、式(2)及び(3)は、多重スリットの場合にも適用できます。

回折強度の極小位置を示す式の導出は、極大位置の場合よりも難しいものになります。二重スリットの場合には、回折強度の極小位置は2つの極大位置のちょうど中間の位置に現れます。一方、多重スリットの場合には、 N 個のスリット全てからの波の成分が干渉し回折強度をゼロにしようとするような極小位置は、 n 番目と $n+1$ 番目の極大位置の間で観察されます。これは、スリットの中心位置からの光路差が次の条件を満たしている場合に発生します。

$$(4) \quad \Delta S = n \cdot \lambda + m \frac{\lambda}{N}$$

$$n=0, \pm 1, \pm 2, \dots, m=1, \dots, N-1$$

したがって、回折強度の極小位置は $N-1$ 個が観察され、その間に主極大の強度よりも小さな、「副極大」が $N-2$ 個現れます。スリットの数 N が増加してゆくと、「副極大」からの寄与は次第に減少していき、その結果、このスリットを多重スリット系と見なすことはできなくなり、代わりにこれを一次元格子の回折格子と見なす方が適切になります。

最後に、二次元格子状の回折格子は、2つの一次元の回折格子を一方を他方に対し、90°だけ回転させて重ねた配置とみなすことができます。この場合、回折強度の極大点は、式(3)で与えられる格子間隔の直交格子上の格子点になります。

主極大位置の強度（明るさ）は、単一スリットによる回折の強度分布関数による変調を受けます。スリット幅 b が大きくなれば、回折角 α が小さい領域に回折強度がより強く集中することになります。

回折強度の全振幅 A を表す公式を正しく導出するには、光路差を考慮に入れて、あらゆる波の成分からの回折強度への寄与を加える必要があります。スクリーン上の座標 x における回折強度は、次の式で表されます。

$$(5) \quad I = A^2 \propto \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot b}{\lambda} \cdot \frac{x}{L}\right)}{\frac{\pi \cdot b}{\lambda} \cdot \frac{x}{L}} \right)^2 \cdot \left(\frac{\sin\left(N \cdot \frac{\pi \cdot d}{\lambda} \cdot \frac{x}{L}\right)}{\sin\left(\frac{\pi \cdot d}{\lambda} \cdot \frac{x}{L}\right)} \right)^2$$

評価

回折光の波長 λ は、主極大位置の間の距離から求められて、以下の式で表されます。

$$\lambda = d \cdot \frac{a}{L}$$

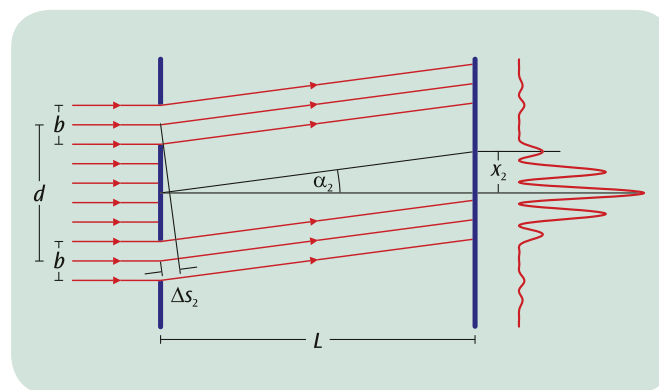


図1：一対のスリットによる光の回折現象の概略図

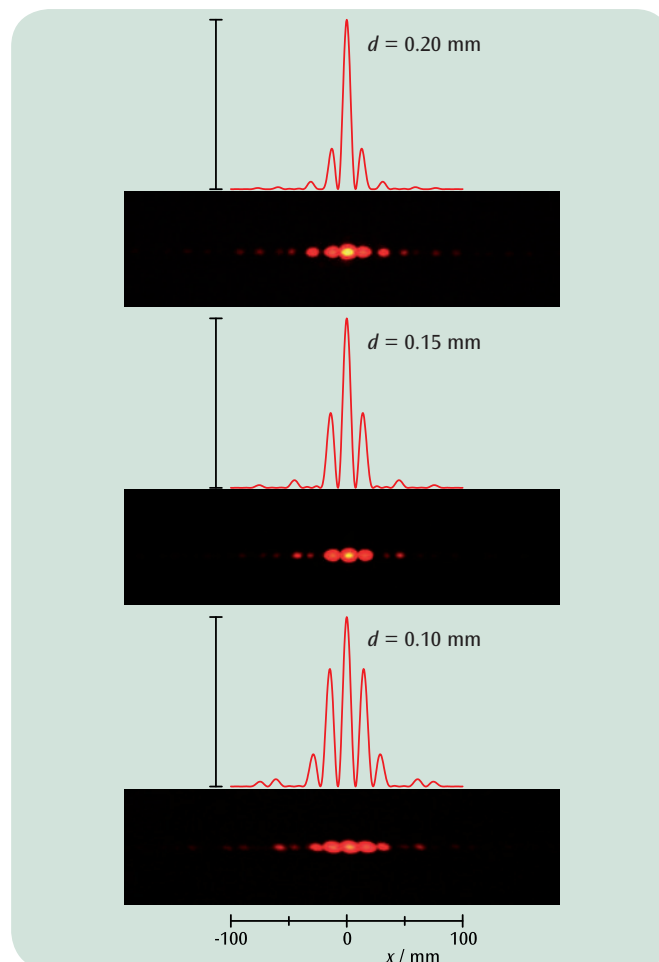


図2：スリット間の距離が異なるスリット対による、光の回折強度の計算結果と観察結果