

## §24 回折格子による光の回折

### 1. 目的

§ 11 で作製した回折格子を使って、レーザー光の波長を測定すること。また、同じレーザー光の空気中での波長と水中での波長を比較すること。

### 2. 理論

遊動顕微鏡については、§ 11(物理学実験)「遊動顕微鏡」を参照すること。

回折格子は片面に多くの細い筋を等間隔で平行に引いたもので、筋と筋の間隔  $d$  を格子定数という。この筋の部分は不透明で光は透過できない。このため、筋と筋の間がスリットになり、回折格子に光を当てると非常に多くのスリットを通して回折した光がスクリーン上で重ね合わさり干渉を起こす。

下の図1のように各スリットを通った単色光（波長  $\lambda$  のレーザー光）のうち、入射方向と角  $\theta$  をなす位置にあるスクリーン上の点 P に向かう光を考える。

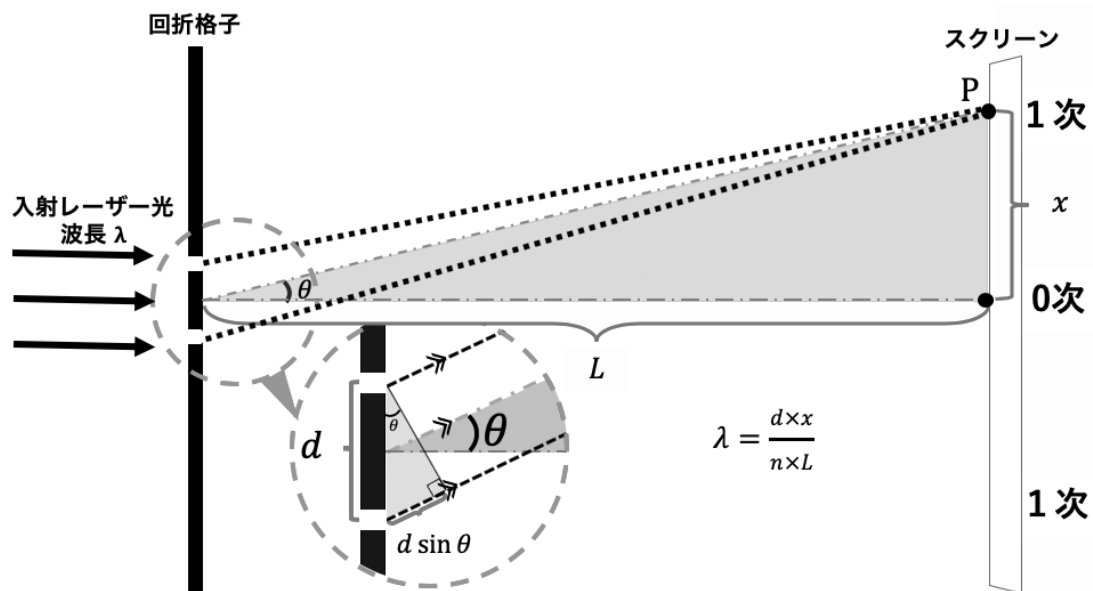


図1

スリットから点 P に至る隣り合う光の経路には  $d \sin \theta$  ずつの差があるので、この経路差が単色光の波長の  $\lambda$  の整数倍になるとき点 P で光が強め合い明るく見える。 $\theta$  が極めて小さいとき、 $\sin \theta$  は  $\tan \theta$  に等しいとみなせて、 $\tan \theta = \frac{x}{L}$  であるから、スクリーン上の明るい点

は  $\theta$  が  $d \sin \theta \cong \frac{d}{L} x$  を満たす点である。この式を変形すると、スクリーン上で明るい点が観測

される位置  $x$  は  $x = \frac{L \lambda}{d}$  となる。実験で、スクリーンからフィルムまでの距離  $L$ 、回折格子の格子間隔  $d$ 、第0次と各次数のスポット間の距離  $x$  を測定すれば、この式から入射レーザー光の波長  $\lambda$  を決めることができる。

### 3. 実験器具

遊動顕微鏡， 回折格子（§ 11 で作成したフィルム回折格子）， 光源（He-Ne レーザー光（632.8nm）），

回折格子（ $d = 1/2000$  ナリカ GL-2000N）， ND フィルター（光量の調節）

### 4. 実験方法

#### (1). 自分で撮影したフィルム回折格子のスリット間隔を測定する。

§ 11 で作製したフィルムによる回折格子の実際のスリット間隔を， 遊動顕微鏡を用いて測定し， 格子定数（ $d$ ：格子どうしの間隔（mm））を算出する。

下記の点を注意する。

- ・ 遊動顕微鏡の「×」印の配置
- ・ 格子間隔の求め方（← Borda の振り子の周期測定を参考）

**問 1** スリット作製前に想定したおよその格子定数と， 実際格子定数を比較検討せよ。

**問 2** スリット間隔の不規則さは， 何に影響を与えるか。

#### (2). 自分で作製した回折格子を用いて入射レーザー光の波長を測定する。

##### a. 回折像の観察

作製したフィルム回折格子にレーザー光をあて， 透過光の回折像を観察する。スリットを透過する光は回折を起こし， 回折した光が干渉して特定の方向に光強度が強くなる現象が起こる。スクリーンの中で入射レーザー光の進行方向の延長線上に見えるスポットを第 0 次の回折像， その次から第 1 次， 第 2 次・・・（左右に見える）の回折像と呼ぶ。実験室を暗くして， 何次まで見えるかを観察する。また， 回折格子作製時に得ていた結果と比較する。

##### b. 回折像の記録

回折スポットを記録するときは， フィルムに入射レーザー光が垂直に当たっていることを確認する。垂直にするには， 入射レーザー光の， フィルムからの反射を利用する。反射光が入射レーザー光と重なれば， 垂直に当たっている。

方眼紙をスクリーンの適切な位置に貼り， ND フィルターでスポットの形状が点になるように， 光の強度を逐一調節しながら， 第 0 次， 第 1 次， 第 2 次・・・の回折像の位置を記録する。特に， 各回折像で一番明るく見える位置も記録しておく。また， スクリーンとフィルム間の距離を測定する。このときも， 方眼紙が入射レーザー光と垂直に配置されるようにすること。

##### c. 入射レーザー光波長の算出

(1) で求めた格子間隔と (2) a. b で求めたスクリーンとフィルムとの距離， 第 0 次と各次数のスポット間の距離から， 入射レーザー光の波長の値を算出する。求めた値と， レーザー本体に表示されている波長を比較検討する。

**問 3** 回折格子に白色光を当てると， どのような現象が起こると考えられるか。

理論的な根拠（数式）も示せ。

実験が終わったら， 次のページ(3)に移る前にアンケート記入を行う。

### (3). 空気中の波長と水中の波長を測定し、比較する。

#### <空気中の波長の測定>

a. 回折格子を既製の製品（ナリカ GL-2000N）に変えて、(2)と同じ実験を行う。

レーザー光が空気中を通過して回折格子に当たっていることに注意し、スクリーン上の回折像を記録する。その際は、回折格子及びスクリーンにレーザー光が垂直に当たっていることを確認する。確認する方法は前ページを参考にすること。方眼紙をスクリーン上の適切な位置に貼り、ND フィルターでスポットの形状が点になるように、光の強度を逐一調節しながら、第0次、第1次、第2次・・・の回折像の位置と概形を順に記録する。そのあと、第0次と各次数のスポット間の距離を測定する。

用意された回折格子の格子間隔(既知の値を使用)、第0次と各次数のスポット間の距離、スクリーンと回折格子との距離から、入射レーザー光の波長を算出する。

#### <水中の波長の測定>

実験配置は上と同じままで、バケツを使用して水槽に水を入れ（あるいは何か別の方法で水位を上げ）、入射レーザー光が水中を通るようにする。その後、水中のレーザー散乱光の色を目で観察し、空気中のレーザー光の色と比較する。レーザー光が水中を通過して回折格子に当たっていることに注意し、スクリーン上に回折スポットが発生することを確かめる。

次にそのスポットの位置と概形を方眼紙に書き込み、記録する。記録するときは、回折格子及びスクリーンに対してレーザー光が垂直に当たっていることを確認し、(4) a と同じ様にして実験を行う。算出した空気中の波長と水中の波長の値を比較する。目で見てわかった空気中と水中の入射レーザー光の色と、ここで得られた入射レーザー光の波長の値とを比較する。