

光の回折

Y. Kondo

Department of Physics, Kinki University, Kowakae 3-4-1, Higashi Osaka, Japan

(Dated: April 7, 2011)

光の回折・干渉実験の観察を通して、光が波動であることを検証する。回折格子にレーザー光を照射し、得られる回折像からレーザー光の波長や回折格子の格子定数を求める。
この実験で使うレーザーを直接見ると、**危険**である。注意して実験を行うこと。
最初に実験の概略についての説明を受けた後、実験を行う。

I. 波の干渉：回折格子

今回の実験で使う透過型の回折格子は図1のように多数のスリットが開いたものと考えれば良い。

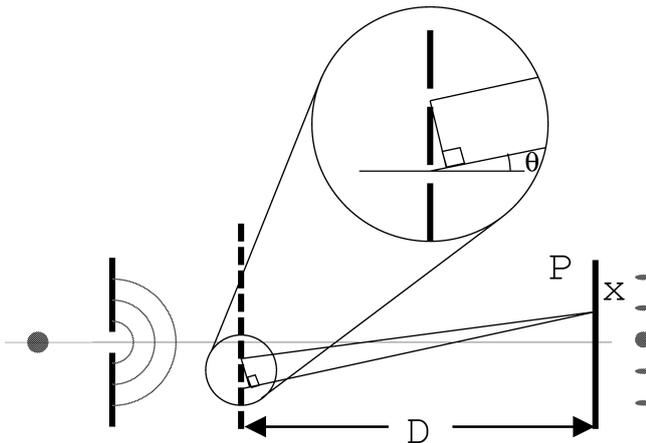


FIG. 1: 回折格子による光の干渉。

干渉の条件を導くためには、多数のスリットの内隣り合うスリットから出る光の光路差を図のように考慮すれば良い。スリットが完全でその間隔（格子定数）が d ならば、以下の式を満たす角度 θ の時に異なったスリットを通過した波の山と山、谷と谷が強め合う。

$$d \sin \theta = n \lambda$$

ただし、 λ, n はそれぞれ光の波長、整数である。

II. 実験

赤色レーザと格子定数が 1.0×10^{-3} mm の回折格子を用いて、もうひとつの回折格子の格子定数を求める。実験はグループではなく、個人で行う。

緑色のレーザを用いて同様な実験を行う。

A. 装置

実験者一人に以下の機材を配付する。

- A4 ファイルボックス内に納められたレーザをセットしたアクリル製の台
- ノギス
- 2 個のアクリル・ブロック（K とマークされているものは、格子定数 1.0×10^{-3} mm の回折格子が貼り付けられている。）

回折格子の部分には触れないように注意すること。

B. 赤色レーザの波長の測定

アクリル・ブロックは回折格子を貼り付けた面をスクリーン側にして、図2のように装置をセットする。アクリル・ブロックを置くとき、その側面が常に奥の定規に接しているようにすること。

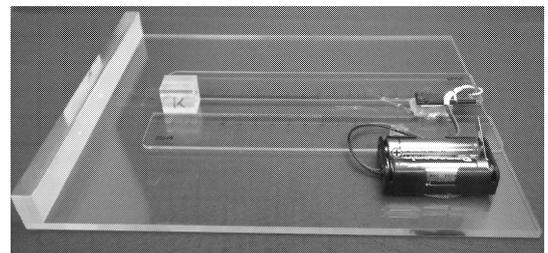


FIG. 2: セットアップ

最初、スクリーンと回折格子間の距離は、30.0 mm とする。

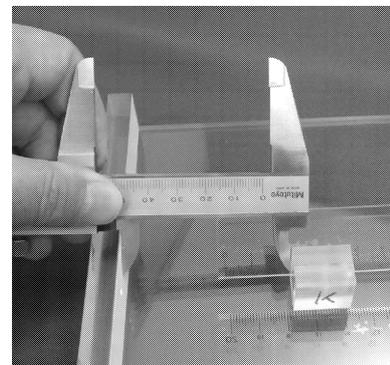


FIG. 3: スクリーンと回折格子の間の距離の測定。

スクリーンと中心および左右の輝点の大きさ、中心の輝点から左右の輝点までの距離をノギスを用いて測定する。

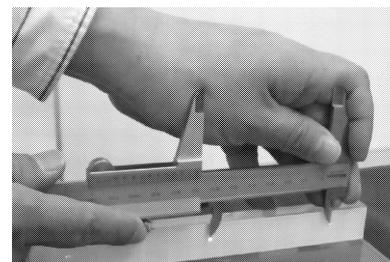


FIG. 4: 輝点間の距離の測定。

次に回折格子とスクリーンの距離を 50.0, 70.0, 90.0 mm にして測定する。データは表 I をノートに作製して整理すること。

スクリーンまでの距離 (mm)	30.0	50.0	70.0	90.0
中心の輝点の大きさ (mm)				
右の輝点の大きさ (mm)				
左の輝点の大きさ (mm)				
中心と右の輝点の距離 (mm)				
中心と左の輝点の距離 (mm)				

TABLE I: このような表をノートに作って、データを記録すること。

図 5 のようなグラフを描く。このグラフの傾きから $d \sin \theta = \lambda$ となる θ の値が求まる。既知の d よりレーザ光の波長を求めよ [1]。

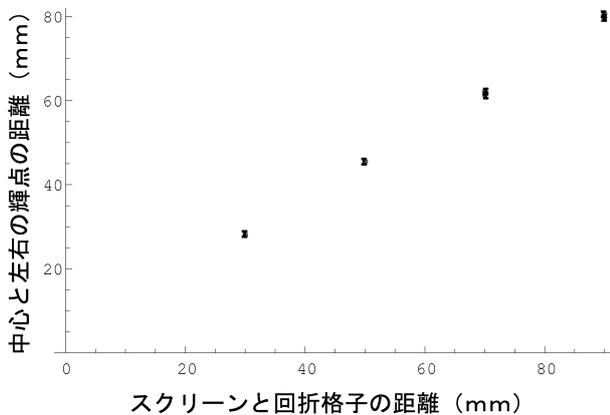


FIG. 5: 輝点間距離とスクリーン-回折格子間距離の関係の測定例。灰色は右の輝点、朱色は左の輝点のデータである。データ点には誤差棒をつけること。その大きさは中心の輝点の半径と左右の輝点の半径の和とする。注意：輝点の大きさ以外に、誤差の原因に気がいたらノートに記録すること。レポートの考察で議論せよ。

C. 未知の格子定数の測定

同様の測定を未知の格子定数の回折格子に行う。ここでは、既知量は波長で、未知量は格子定数となる。5 とマークされた回折格子の格子定数を求めよ。

輝点の現れる角度が回折格子 K とは異なっているため、誤差を減らせるようにスクリーンと回折格子の距離を設定せよ。

D. 緑色レーザを使った実験

赤色レーザを用いて行った実験を緑色レーザを用いて実施し、緑色レーザの波長、未知の格子定数を求めよ。

輝点の現れる角度が赤色レーザとは異なっているため、誤差を減らせるようにスクリーンと回折格子の距離を設定せよ。

E. 実験終了後の後かたづけ

教員に結果を報告し、許可を得てから実験終了すること。実験装置がすべてであるかどうか確認し、装置を箱にしまう。

III. レポート

レポートは目的を

5 とマークされた回折格子の格子定数を求める。

と設定する。その目的に対応した結論を出せるように構成すること。赤色および緑色レーザを用いた実験を総合的に考慮して結論を出すこと [2]。

実験が時間内に終了した場合は、実験時間中（ここでは 4 時 20 分まで）は返却されたレポートの修正、本実験のレポートの作成を行うこと。

レポート作成に関しては、過去の講義などを参考のこと。重要なことは他者の目を意識して、読む人に分かりやすいレポートを書くことである。

A. 考察

以下のことを議論せよ。

- 格子定数が 1.0×10^{-3} mm の回折格子では回折した輝点は左右に一つずつしか観測されない。 $d \sin \theta = n\lambda$ によれば、 $n = \pm 2, \pm 3, \dots$ に対応した輝点が見られるはずである。これらの輝点が観測できない理由を考察せよ。
- 未知の格子定数の回折格子では左右に 2 個ずつ輝点が観測可能であり、それは $n = \pm 1, \pm 2$ に対応している。何故 $n = \pm 2$ に対応した輝点が観測できるのか議論せよ。
- 格子定数が未知の二つの回折格子があるとしよう。それらの格子定数の比を求める方法を考案せよ。
- 誤差の要因としては、輝点の大きさを考慮した。その他の誤差の要因を見つけ、その誤差を減らす方法を考案せよ。
- 何故赤色レーザと緑色レーザを用いるのか？一方だけでは駄目なのか？

[1] 実験中は、直線を目分量で引いてその傾きから計算する。レポート提出時には最小 2 乗法によって傾きを計算すること。
[2] 赤色レーザを用いた測定では、未知の格子定数は xxxx で、

緑色レーザを用いた測定では yyyy である... のような結論は不可。