

# 光の回折と偏光

Y. Kondo

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

(Dated: May 1, 2009)

光の回折・干渉実験ならびに偏光現象の観察を通して、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を求める。また、複数の偏光子の相対角度を変えて、透過光の強度変化を観察する。

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。

## I. 波の干渉と偏光

### A. 波の干渉：回折格子

図1のように多数のスリットを光が透過する場合を考える。ヤングの実験と同様に多数のスリットからの光路差を考えるれば良い。

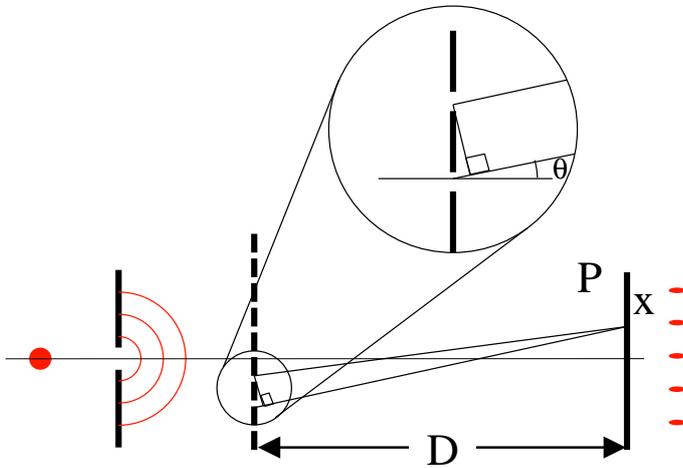


FIG. 1: 回折格子による光の干渉。

スリット間隔 (格子定数) が  $d$  ならば、

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

のときに、明るくなる (波の山と山、谷と谷が強め合う)。

### B. 偏光：光の場合

光は電場と磁場の振動の方向が波の進行方向と垂直、すなわち横波である。図2を参照のこと。

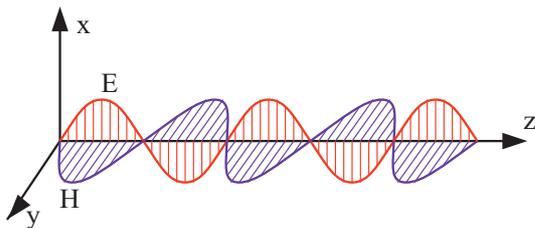


FIG. 2: 偏光について。

## II. 実験

実験 I, II では、既知の格子定数の回折格子 (横に線が 2 本入っている) を用いて、もうひとつの回折格子 (線が 1 本のもの) の格子定数を求める

実験 III では、偏光子を透過する光の強さがどのように変化するか予想し (仮説を立てる) 実験によってその予想を検証する。

### A. 装置

実験を行うために必要なものが箱の中にまとめてある。確認すること。足りないものは別途配布する。箱の中のもののリストは通りである。偏光子は特定の方向に振動する直線偏光成分のみを通すフィルターである。

回折格子	2 枚
偏光子	3 枚
クランプ	4 個
スクリーン	1 個
レーザー	1 個
電池	2 個
スケール	1 本

### B. 実験 I

#### 1. 準備

図3のように装置をセットする。



FIG. 3: 準備

1. スクリーンをクランプで箱の縁に取り付ける。
2. 輝点の位置を測定しやすいように、スクリーンには方眼紙を一緒に固定する。
3. 2 本線が横に入った回折格子をクランプで立てる。

## 2. 測定

レーザーダイオードのスイッチをオンにすると、輝点がいくつかスクリーンに現れる。この輝点の位置を測定する。

注意：暗い部屋ならば5こぐらいの輝点が見られる。明るい部屋でも中央の最も明るい輝点とその横の2つの輝点に見える。

これは、レーザーダイオードから出た光が回折格子によって回折した結果である。回折格子とスクリーン間の距離を変えて（異なった5距離）、輝点の位置を測定せよ。

測定結果を表にまとめる。Table I参照。このとき、測定誤差を見積もって、表に書き入れること。誤差をどのように見積もれば良いか、考えること。回折格子とスクリーンの間の距離測定の誤差はどの程度だろうか？また、輝点には大きさがあるので、その位置を誤差なしには決定できない。

回折格子とスクリーンの距離	中央の輝点の位置	左側輝点の位置		右側輝点の位置	
		1 番目	2 番目	1 番目	2 番目

TABLE I: 測定データ。2番目の輝点が見えなかった場合は、見えなかったと記録すること。

## 3. データ整理

測定結果を“スクリーンと回折格子の間の距離”を横軸に、“輝点の位置”を縦軸にプロットする。このとき、誤差を誤差棒でもってグラフ上に表現することが大切である。

このグラフと使用した回折格子の格子定数  $d = 2.0 \times 10^{-6} \text{ m}$  を用いて、レーザー光の波長を求めることができる。計算せよ。

ヒント：実験中は、直線を目分量で引いてその傾きから計算する。この傾きは  $d \sin \theta = n \lambda$  の  $\sin \theta$  に関係している。（ $|\theta| \ll 1$  の条件は満たさないので  $\sin \theta \neq \tan \theta$  である。）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。

すべての測定点を活用して、波長を計算すること。

### C. 実験 II

実験 I と同様な測定とデータ整理を未知の格子定数を持った回折格子（1本線）に対して行う。実験 I で得られたレーザー光の波長を用いて格子定数を求めよ。すべての測定点を活用して格子定数を計算すること。

### D. 実験 III

ここでは、偏光子を透過する光の強度について以下の順番で考えよう。

1. 偏光子を1枚とり、それを通して天井の蛍光灯を見る。偏光子の向きを様々に変化させて、透過する光の強度をチェックする。必ず、ノートに記録すること。
2. 偏光子を2枚重ね、それを通して天井の蛍光灯を見る。偏光子の相対的な向きを様々に変化させて、透過する光の強度をチェックする。必ず、ノートに記録すること。
3. 以上の実験を説明するモデルを考える。考えがまとまったならば、ノートに簡潔に整理して記述すること。
4. 次に、3枚の偏光子を透過する光の強度について考えよう。実験を行う前に、予想を立てることにする。（仮説を立てる。）必ず、ノートに記録すること。  
透過する光が最小になる向きに2枚の偏光子を重ね、その間に3枚目の偏光子を挟む。3枚目の偏光子の向きを変えた時の透過する光の強さを予想せよ。
5. 実際に3枚の偏光子を重ねて光を透過させ、先の予想と比較せよ。実験結果を説明するモデルを考え、簡潔にノートにまとめよ。

図4は以上の考察をする場合のヒントで、偏光子が3枚ある場合を示している。

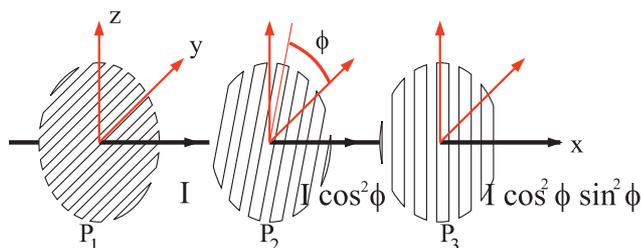


FIG. 4: 偏光子を3枚重ねた場合の振舞。

### 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。実験装置がすべてあるかどうか確認し、装置を箱にしまう。

## III. レポート

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。原則4時20分まで解散はしない。

レポートに必要な構成要素は以下の通りである。読む人を意識して、読む人に分かりやすいレポートを書くように心がけること。

1. レポートのタイトル
2. 目的
3. 理論または原理
4. 実験装置
5. 実験方法
6. 測定データ
7. データ解析
8. 結果
9. 考察