光の反射と屈折実験

1. 実験の目的

・ 幾何光学を理解する（観察者の視点、反射面、光源（観察対象）が与えられれば光の軌跡を描き、何が見えるか説明できる）。

・ 光の屈折，全反射の原理を理解する（入射角と屈折角が与えられれば屈折率を計算できる，全反射の条件を示すことができる）。

・ 光ファイバの原理を理解する。

2. 理論

(1) 幾何光学

鏡

入射波

反射波

図1. 反射

光は波の性質を持っており，鏡などに当たると**反射**（reflection）する。鏡に当たる光を**入射波**（incident wave），反射する光を**反射波**（reflected wave）という。入射波が鏡の反射面の法線となす角を**入射角**，反射波が法線となす角を**反射角**といい，一般に、

 ……(1)

である。このような反射を正規反射という。

(2) 光の屈折

光が空気中から水面に入射すると，一部は反射し，一部は**屈折**（refraction）して水中に入る。水中に入る光を**屈折波**（refracted wave）といい，屈折波が水面の法線となす角を**屈折角**という。

水

入射波

反射波

空気

屈折波

図2. 屈折

反射角は，

 ……(2)

であり，正規反射だが，屈折角は，になる。空気中の光の速度を*v*1，水中の光の速度を*v*2とすると，

 ……(3)

*n*12を物質1（空気）に対する物質2（水）の屈折率という。

(3) 全反射

光が水中から空気中に入射する場合の屈折率はであり，のため，を徐々に大きくすると，になる。このときの入射角を**臨界角**（optimum angle）という。臨界角をとすると，

 ……(4)

図4. 光ファイバ内の光の軌跡

となる。

(4) 光ファイバ

**光ファイバ**は、細いガラス繊維でできており、中心部で屈折率が大きいため光が全反射しながら進む。光通信や内視鏡などに応用されている。

鋼線など

光ファイバ

被覆

周辺部：クラッド

（屈折率小）

中心部：コア

（屈折率大）

図5. 光通信用光ファイバの構造

3. 実験

(1) 鏡の実験（正規反射）

（準備中）

(2) 水槽の実験（屈折と全反射）

①　水の屈折率を求めよ。

【実験方法】

①　光学水槽の中央の水平線まで水を入れる。

②　ランプを点灯し、入射角45°で空中から水中に光線を入射させる。

③　反射角、屈折角が測定できることを確認する。

 必要に応じて暗幕をする。

 正確に反射角、屈折角を測定する方法を検討する。

④　入射角を5°～85°まで10°間隔で変化し、反射角、屈折角をそれぞれ測定する。

⑤　ランプを消灯する。

【結果の整理】

⑥　各入射角における水の屈折率、及びその平均、分散を求めよ。

⑦　教員（TA）の確認を受けよ。

②　水中から空気中に入射するときの反射角、屈折角、臨界角を予測し、実験により確認せよ。

【準備】

① 上の実験で求めた水の屈折率の平均値を使い、水の臨界角を計算せよ。

② 水中から空気中に光線を入射するときの入射角を5°～85°まで変化したときの反射角、屈折角を予測せよ。

③ 教員（TA）の確認を受けよ。

【実験方法】

① ランプを点灯し、入射角を5°～85°まで変化し、反射角、屈折角を測定する。

② 臨界角の確認方法を検討し確認する。

③ ランプを消灯する。

【結果の整理】

① それぞれの入射角における、反射角、屈折角の測定値と予測値の誤差をそれぞれ求めよ。

② 臨界角の測定方法と結果を記せ。

③ 教員（TA）の確認を受けよ。

(3) 擬似光ファイバ（アクリルブロック）の実験

図6. 実験配置（平面図）

アクリルブロック

厚紙

レーザー光源（レーザーレベルアングル）

アクリルブロックを光ファイバとみなし、その中を光が全反射しながら進む様子を観察せよ。

【準備実験】

① 図6のように、厚紙の上に、アクリルブロックとレーザー光源（レーザーレベルアングル）を配置する。

② レーザー用ゴーグルを装着する。

③ 暗幕をし、レーザー光源を発光させ、アクリルブロック内の光線の軌跡が観察できることを確認する。

④ 入射角を変化し、光線の軌跡を観察する。

⑤ 暗幕を開け、レーザー光源を消灯し、レーザー用ゴーグルを外す。

【準備】

① 入射角20°、40°、60°、80°における光線の軌跡を記録するために、厚紙にどのようなマークを書き込み、どのような実験をするか検討し、厚紙に必要な書き込みをし、実験手順をまとめよ。

② 想定される実験結果を記せ。

③ 教員（TA）の確認を受けよ。

【実験】

計画した実験手順に従い実験を実施する。

【結果の整理】

① 計画通り結果をまとめよ。

② 教員(TA)の確認を受けよ。

4. レポート課題

1. ～3. （鏡の実験に関する課題）

4. 空中から水中に光が入射するときの入射角を5°～85°まで変化したときの、それぞれの入射角に対する反射角、屈折角、屈折率を表にまとめよ（表1）。

5. 表1から屈折率の平均値、分散を計算し、誤差要因を考察せよ。また、臨界角を計算せよ。

6. 水中から空中に光が入射するときの入射角を5°～85°まで変化したときの、それぞれの入射角に対する反射角、屈折角の測定値、理論値、及びその誤差を表にまとめよ。（表2）。

7. 臨界角の測定方法と測定結果を記し、誤差要因を考察せよ。

8. アクリルブロックによる擬似光ファイバ実験の実験方法、実験結果を記し、考察せよ。