

【実験】屈折率の測定と全反射（付《演示》消えるダイヤ）

【目的】レーザー光を用いてガラスの屈折率を測定する。

【準備物】半円ガラス、測定用台座パネル、レーザー光源（赤・緑・青）

<注>半円ガラスや光源はアーテック製 光路観察用レンズセット LED 光源装置 3色セットを使用
凹レンズ 加藤先生（四日市南高校）の製作による。

【実験の方法】

1 屈折率

①光は媒質Ⅰ（空気）中から媒質Ⅱ（ガラス）に入射するとき、入射角 i を大きくしていくと屈折角 r も大きくなるが、それぞれの正弦の比は一定であり、その比を屈折率 n という。

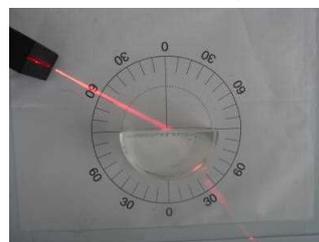
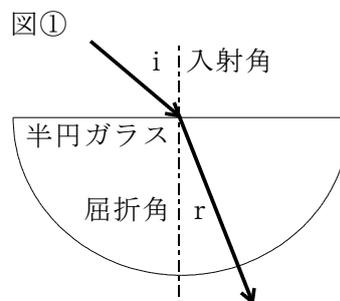
$$n = \sin i / \sin r = \text{一定}$$

②半円ガラスを測定用台座パネルにセットし、レーザー光源を当てて、入射角 i を 20° 、 40° 、 60° と変えながら屈折角 r を測定し（写真②）、表に記録する。

【実験の結果】表

| 入射角 i | 屈折角 r | $\sin i$ | $\sin r$ | $\sin i / \sin r$ |
|------------|---------|----------|----------|-------------------|
| 20° | 14 | 0.342 | 0.242 | 1.44 |
| 40° | 27 | 0.642 | 0.454 | 1.41 |
| 60° | 37 | 0.866 | 0.602 | 1.41 |

③ 入射角 i 、屈折角 r の正弦、 $\sin i$ 、 $\sin r$ を三角関数表から調べ表を完成する。 $\sin i / \sin r$ の値は i の値によらず、ほぼ一定値 $n = [① 1.42]$ の値になり、空気に対するガラスの屈折率の値である。



写真②

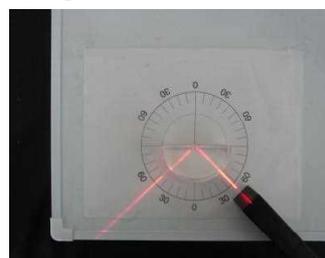
2 全反射

①【理論】図①とは反対に、下側からレーザー光を入射させると r が小さいときは、反対の経路をり空中に出て行く。 r を徐々に大きくするとガラスから空気に入射する面で反射し（写真③）、光は空气中へ出なくなる。この現象を全反射といい、このときの角度を臨界角という。臨界角 θ_0 は、 $\sin \theta_0 = 1/n$ で計算できる。1の結果より、

$$\sin \theta_0 = 1 / [① 1.42] \doteq [② 0.704]$$

となり、三角関数表から $\theta_0 \doteq [③ 45^\circ]$ と予想できる。

②【実験結果】実験によりをしてみると、 $\theta_0 = [④ 42^\circ]$ であった。



写真③

3 【研究】透明なガラスがなぜ見えるのか《消えるダイヤ》

私たちが透明な物体をみている場合、屈折によって透明な物体の先にある景色をみている。写真④のようにビーカーにガラスのダイヤを入れ、食用油を流し込むとダイヤは見えなくなる。

これは、食用油の屈折率が $1.46 \sim 1.47$ とガラスの屈折率に近いからである（写真④⑤）。ガラスが見えるのは屈折率の差があることが重要であることが解る。



写真④ ↑ ↓ 写真⑤



| | |
|---|-------|
| 講座 () () 年 () 組 () 席 名前 | 共同実験者 |
| () 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () $^\circ\text{C}$ 気圧 () hPa 湿度 () % | |

【実験】屈折率の測定と全反射（付《演示》消えるダイヤ）

【目的】レーザー光を用いてガラスの屈折率を測定する。

【準備物】半円ガラス、測定用台座パネル、レーザー光源（赤・緑・青）

【実験の方法】

1 屈折率

①光は媒質Ⅰ（空気）中から媒質Ⅱ（ガラス）に入射するとき、入射角 i を大きくしていくと屈折角 r も大きくなるが、それぞれの正弦の比は一定であり、その比を屈折率 n という。

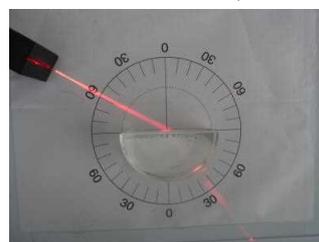
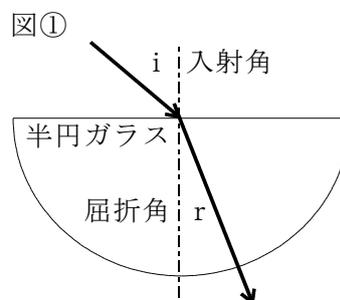
$$n = \sin i / \sin r = \text{一定}$$

②半円ガラスを測定用台座パネルにセットし、レーザー光源を当てて、入射角 i を 20° 、 40° 、 60° と変えながら屈折角 r を測定し（写真②）、表に記録する。

【実験の結果】表

| 入射角 i | 屈折角 r | $\sin i$ | $\sin r$ | $\sin i / \sin r$ |
|------------|---------|----------|----------|-------------------|
| 20° | | | | |
| 40° | | | | |
| 60° | | | | |

③ 入射角 i 、屈折角 r の正弦、 $\sin i$ 、 $\sin r$ を三角関数表から調べ表を完成する。 $\sin i / \sin r$ の値は i の値によらず、ほぼ一定値 $n = [①]$ の値になり、空気に対するガラスの屈折率の値である。



写真②

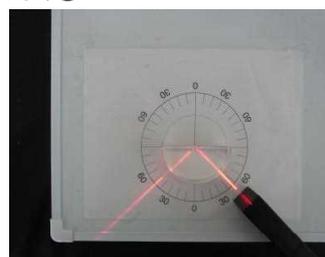
2 全反射

①【理論】図①とは反対に、下側からレーザー光を入射させると r が小さいときは、反対の経路をり空中に出て行く。 r を徐々に大きくするとガラスから空気に入射する面で反射し（写真③）、光は空气中へ出なくなる。この現象を全反射といい、このときの角度を臨界角という。臨界角 θ_0 は、 $\sin \theta_0 = 1/n$ で計算できる。1の結果より、

$$\sin \theta_0 = 1 / [①] \doteq [②]$$

となり、三角関数表から $\theta_0 \doteq [③]$ と予想できる。

②【実験結果】実験によりをしてみると、 $\theta_0 = [④]$ であった。



写真③



写真④ ↑

↓ 写真⑤

3 【研究】透明なガラスがなぜ見えるのか《消えるダイヤ》

私たちが透明な物体をみている場合、屈折によって透明な物体の先にある景色をみている。写真④のようにビーカーにガラスのダイヤを入れ、食用油を流し込むとダイヤは見えなくなる。

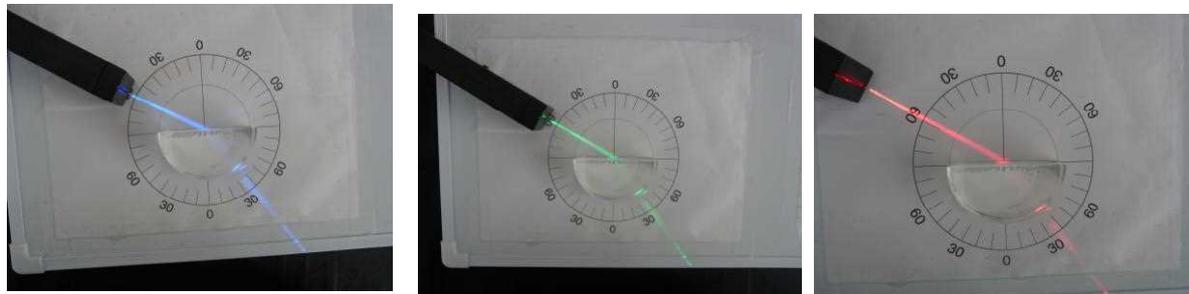
これは、食用油の屈折率が $1.46 \sim 1.47$ とガラスの屈折率に近いからである（写真④⑤）。ガラスが見えるのは屈折率の差があるきとが重要であることが解る。

| | |
|---|-------|
| 講座 () () 年 () 組 () 席 名前 | 共同実験者 |
| () 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () $^\circ\text{C}$ 気圧 () hPa 湿度 () % | |

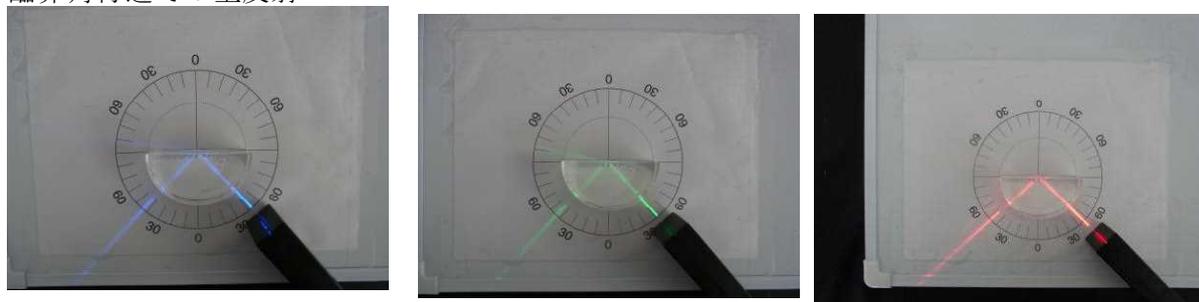
【資料1】

屈折率は赤色光に比べ青色光の方が屈折率が大きいとされるがこの実験の精度では問題にならない程度である。いいかえればこの実験で赤と青の屈折率を調べることは難しい。

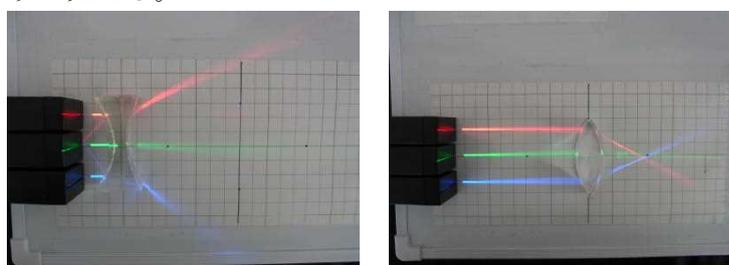
入射角 60° での屈折



臨界角付近での全反射

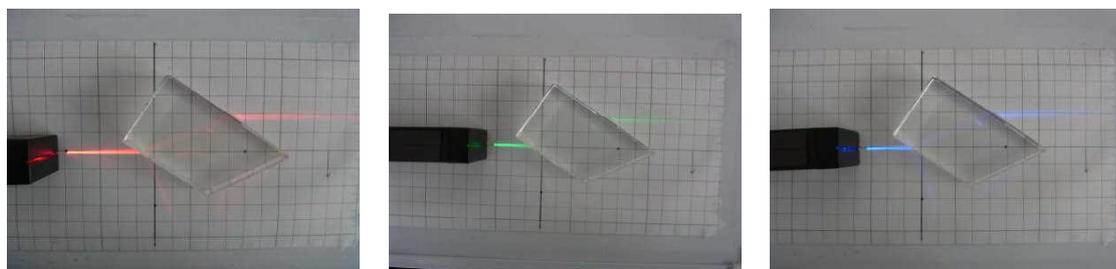


【資料2】 レンズにおける屈折では、三色を同時に入れると赤と青では焦点距離が多少違うように見える。



【資料3】 屈折率が異なる複数の媒質が平行な重ねられている場合、空気中から入射し空気中の戻れば入射光と同じ方向に進む。

$$n_k \sin \theta_k = \text{一定}$$



半円ガラスや光源はアーテック製 光路観察用レンズセット LED 光源装置 3色セットを使用
凹レンズ 加藤先生（四日市南高校）の製作による。