

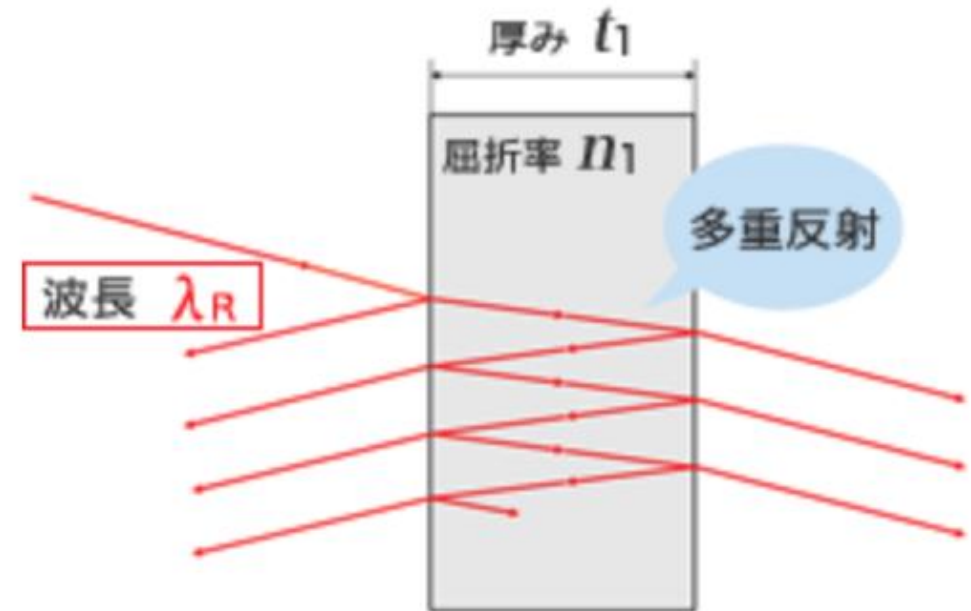
ニュートンリング 説明資料

担当教員：桑原

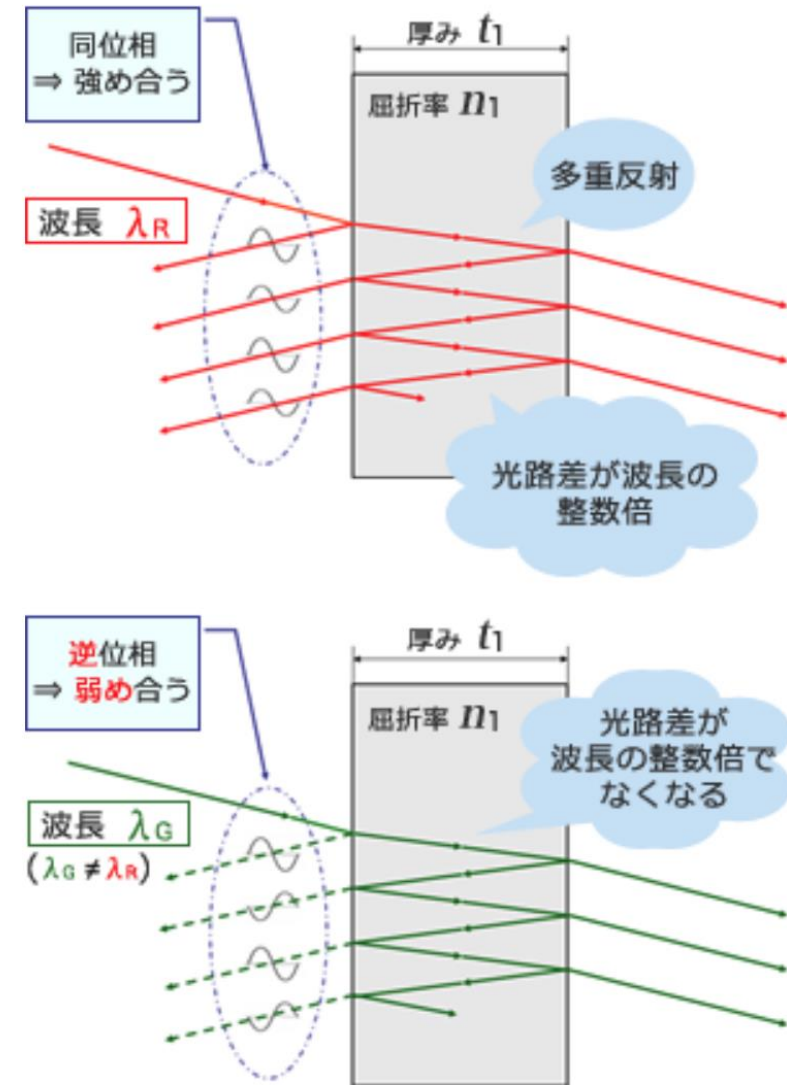
干渉とは...



透明な薄膜における光の干渉



干渉とは...



原理

入射光と反射光の光路差は,

$$\Delta = 2d$$

Oから入射点Aまでの距離をrとすると,

$$r^2 = (2R - d)d \approx 2Rd$$

$$\therefore \Delta = \frac{r^2}{R}$$

強め合いの条件は,

$$\frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = m\lambda$$

$$r^2 = \frac{2m-1}{2} \lambda R \quad (m = 1, 2, 3, \dots)$$

弱め合いの条件は,

$$\frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = (2m+1) \frac{\lambda}{2}$$

$$r^2 = m\lambda R \quad (m = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

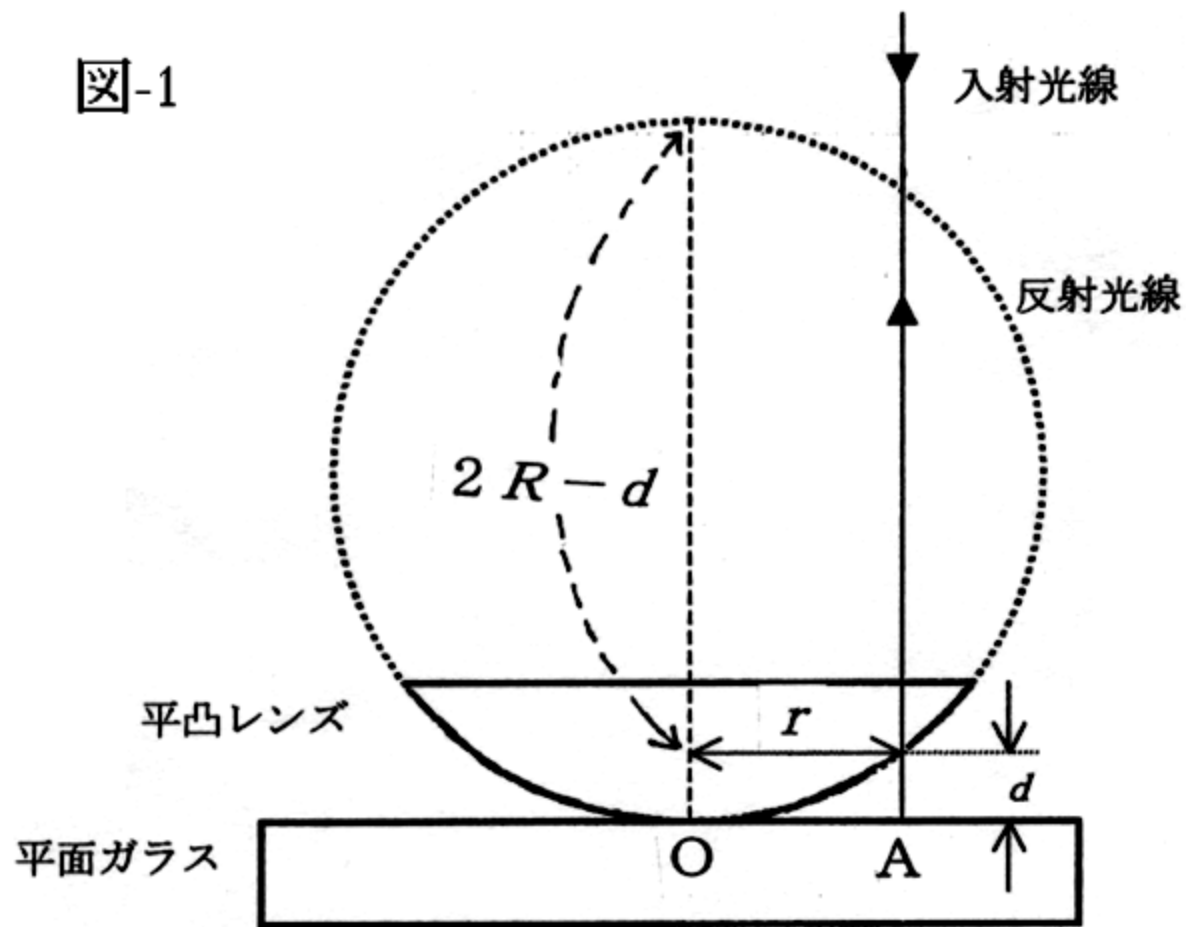
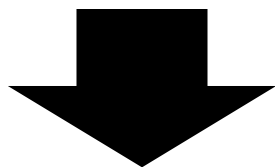


図1. 平面ガラスと平凸レンズの薄い隙間での光の干渉

実際には...

強め合いの条件：

$$\frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = m\lambda$$



$$\frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2} + 2x = m\lambda$$

(x : レンズとガラスの距離)

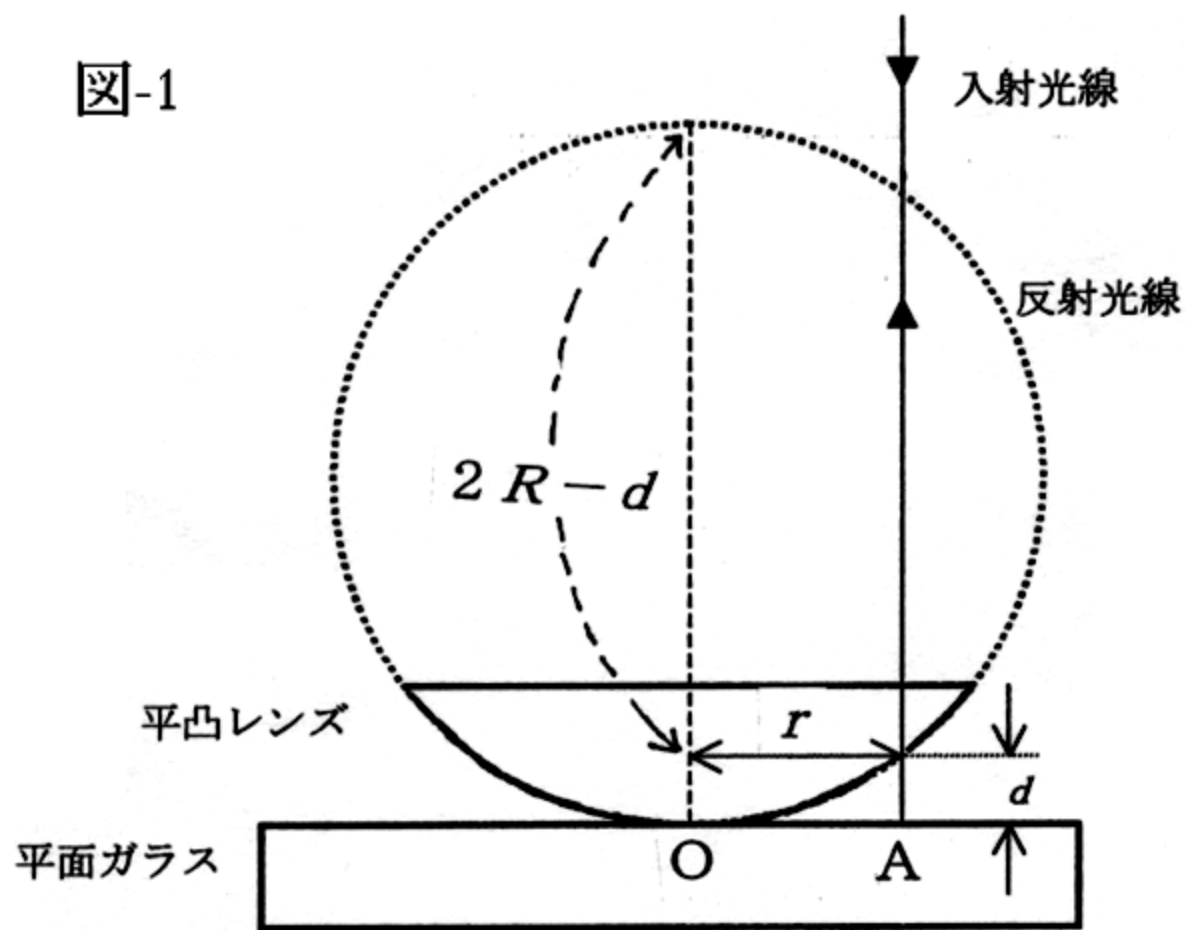


図1. 平面ガラスと平凸レンズの薄い隙間での光の干渉

ニュートンリング

m 番目の環の直径：

$$l_m = |a'_m - a_m|$$

$m + n$ 番目の環の直径：

$$l_{m+n} = |a'_{m+n} - a_{m+n}|$$

それぞれを2乗したものの差：

$$l_{m+n}^2 - l_m^2 = 4n\lambda R$$

m と l_m の関係：

$$l_m^2 = 4\lambda Rm + C \text{ (Cは定数)}$$

→傾きから曲率半径がわかる。

図-2

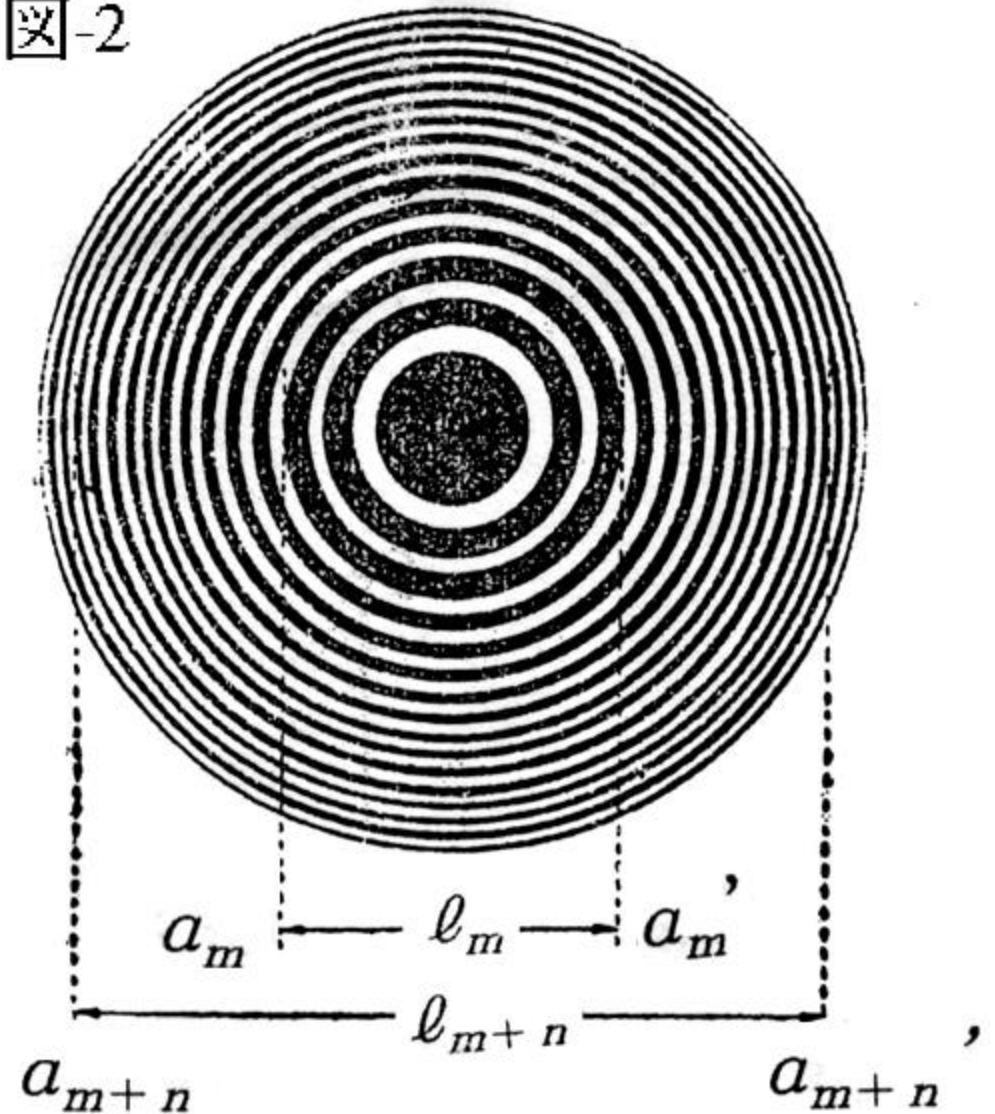


図2. ニュートンリング

準備

必要なもの（机の下にある）.

- 木箱
 - 顕微鏡
 - ハーフミラー
 - レンズ
- 集光レンズ
- ナトリウムランプ

（波長：自分で調べる）

- ランプ電源

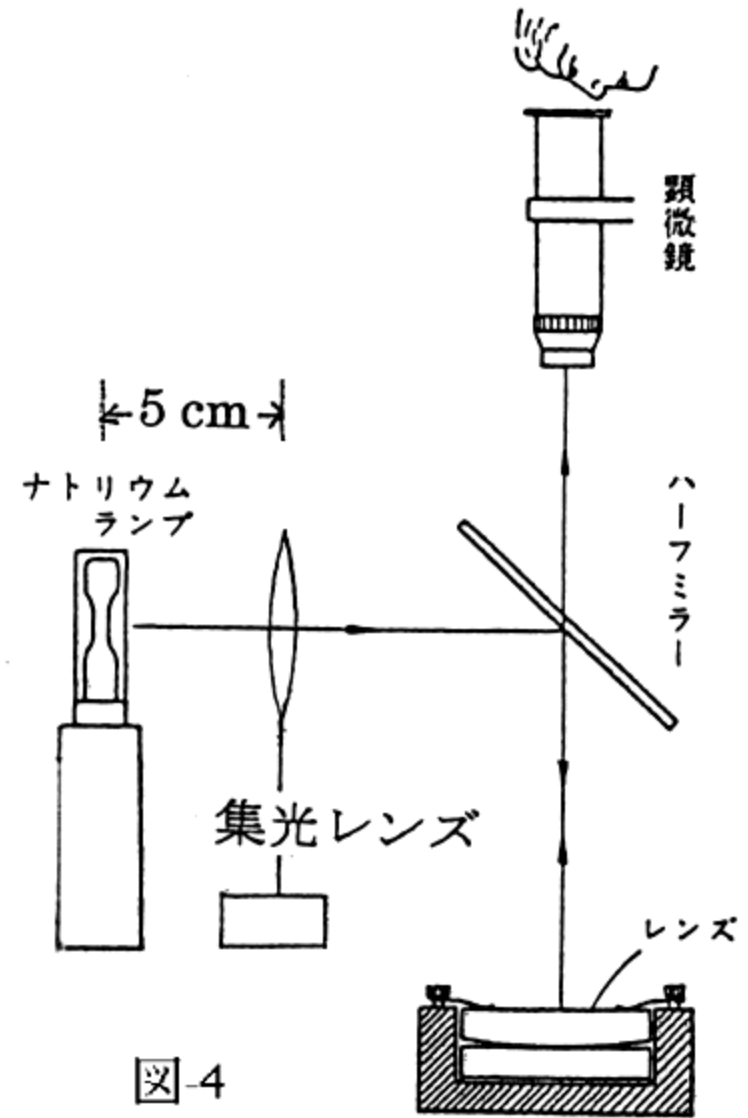


図-4

図4. ナトリウムランプ、集光レンズ、
ニュートンリング実験装置の配置

準備

- 1.1. ナトリウムランプを点灯する.
- 1.2. ランプカバーから光が射出する穴の高さに集光レンズ及びハーフミラーの高さを合わせる.
- 1.3. ハーフミラーの角度を調整し, 光をレンズ容器に導く.
- 2.1. マイクロメーターの目盛を12 mmに設定する.

※ここまででニュートンリングが15個以上見えるようになっていること.

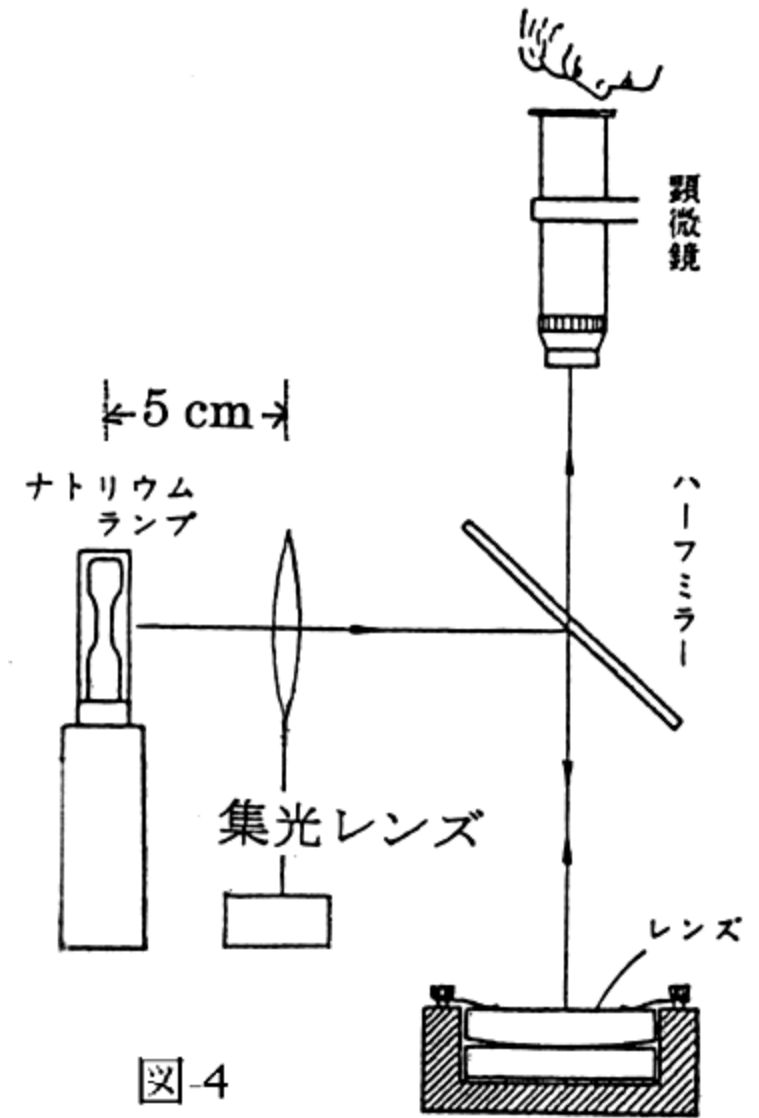


図4. ナトリウムランプ、集光レンズ、
ニュートンリング実験装置の配置

準備

3.1. 顕微鏡の接眼部のリングを回して十字線がはっきり見えるようにピントを合わせる。

3.2. 顕微鏡全体を上下させピントを合わせる。

※顕微鏡はハーフミラーから遠ざける方向のみに動かす。

4.1. ニュートンリングの中心に十字線の交点を合わせる（マイクロメーターを多少回しても良い）。

※十字線の一方の直線が移動方向に平行になるようにする。

5. 全てのネジを固定する。

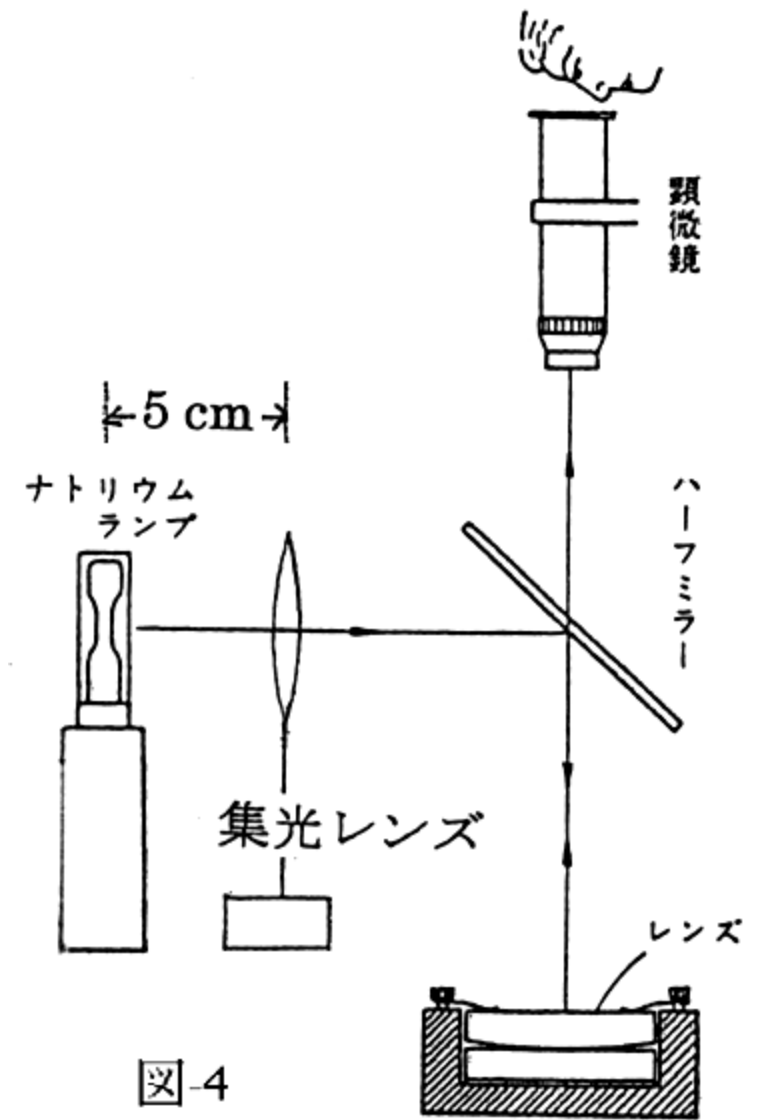


図-4

図4. ナトリウムランプ、集光レンズ、ニュートンリング実験装置の配置

測定

1番目から少なくとも15番目までの明環の直径を測定し、レンズの曲率半径Rを求める。

1. 左側 (a_m) および右側 (a'_m) での明環の位置をマイクロメータで測定し、その差からそれぞれのニュートンリングの直径 l_m を求める。
2. 実験中に、環番号 vs l_m^2 のグラフを作り線形性を確認する。
3. 位置の読取誤差を求めるため、任意の環の位置を10回測定する。
4. 曲率半径Rを求める。

実験はここまで。

環番号 vs l_m^2 のグラフのチェックが終わり次第終了。

図-2

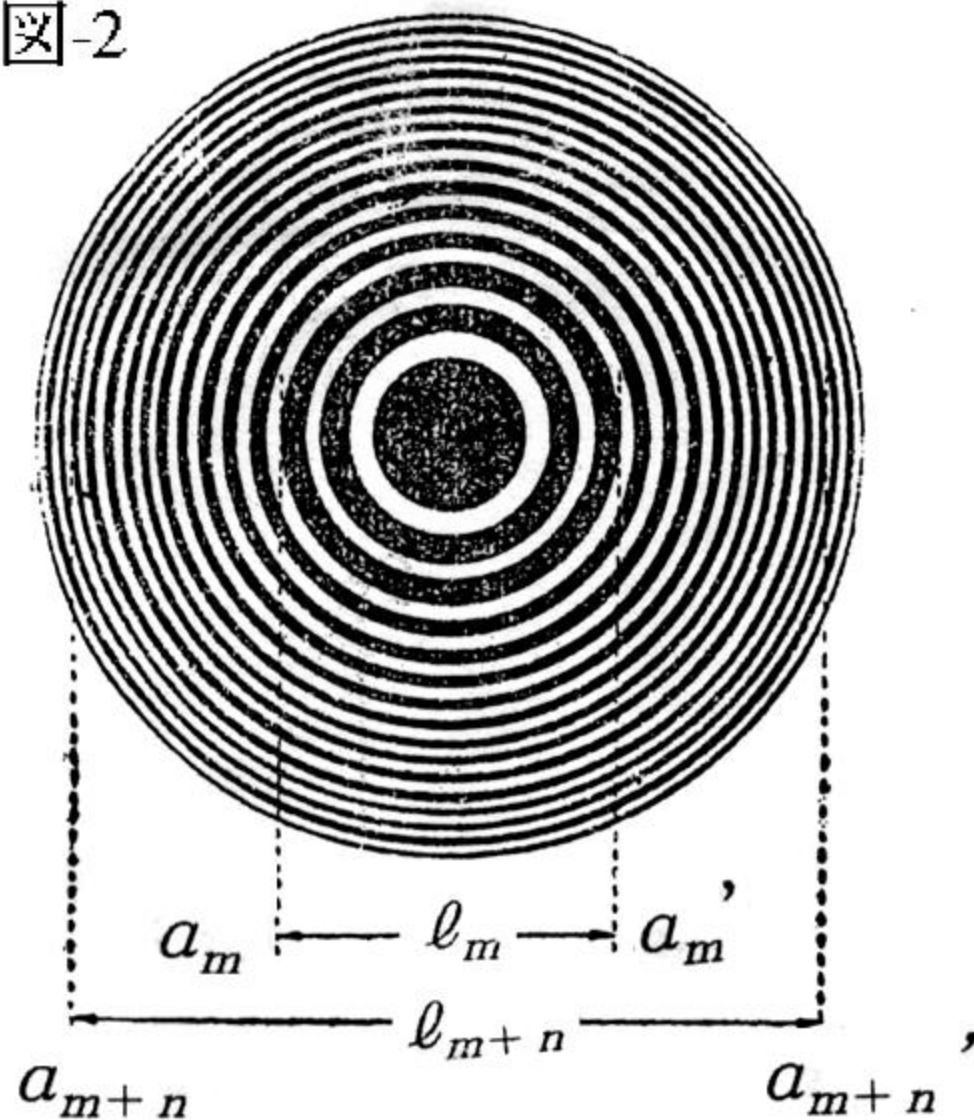


図2. ニュートンリング

測定の注意点

※データをグラフ化しながら測定を行えば、環の読み飛ばしや目盛の読み間違いに気づきやすい。

例) 横軸：環の番号 縦軸：環の位置

※多くの直径を測定すれば精度が上がる。

(最低15個は測定すること)

※測定中にマイクロメータ以外に触れると光軸やリング中心位置などのズレが生じる可能性があるので注意すること。ズレたら測定をやり直す必要あり。

※マイクロメータの最小目盛間隔の1/10まで読む。

※測定中はニュートンリングの端から他方の端まで、一方向に行く。(バックラッシュによる測定誤差や読み間違いを減らす)

図-2

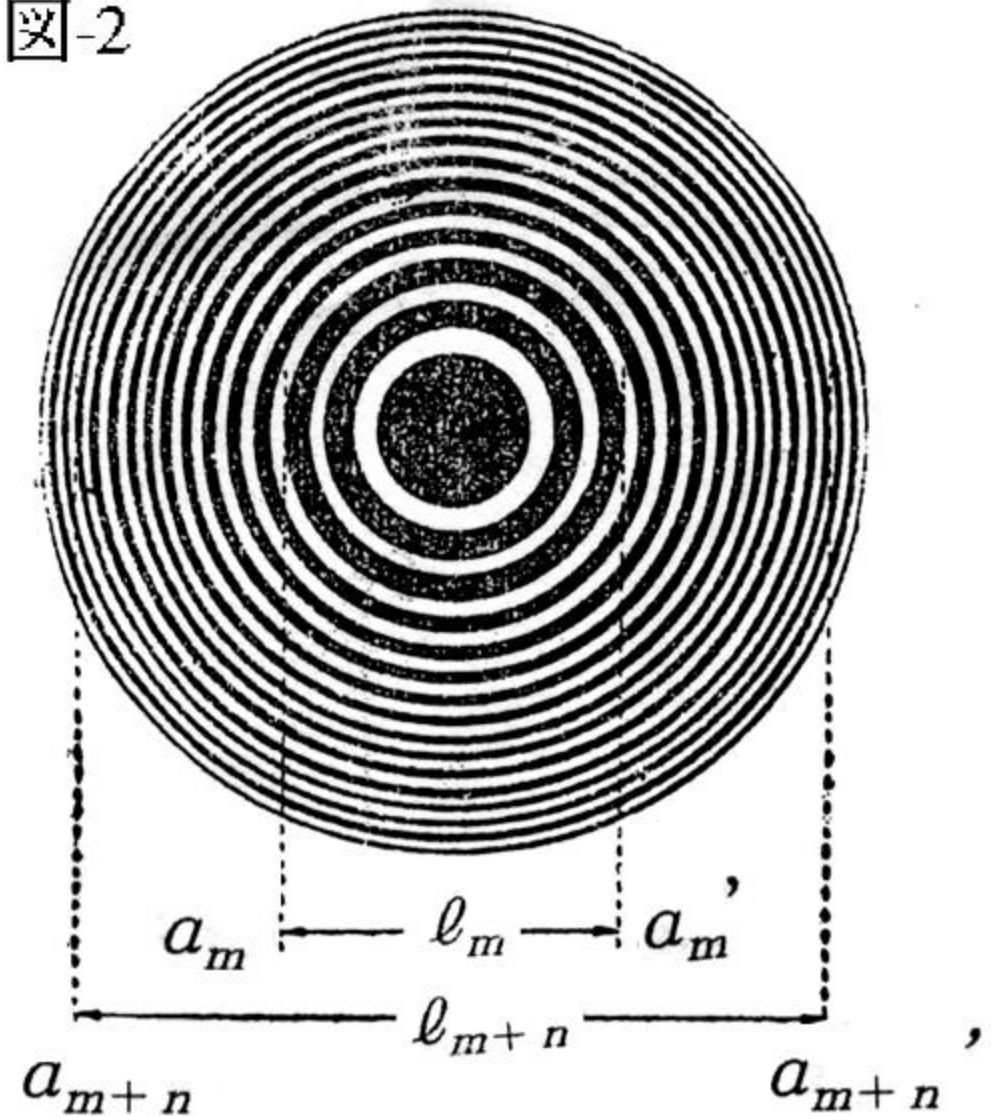


図2. ニュートンリング

レポート

- 共同実験者の氏名を記載する.
- 図表を使ってわかりやすく説明する.
- 実験で測定した値は全て記載する.
 - 各 m に対する左側 (a_m) および右側 (a'_m) での明環の位置
 - 任意の環の位置を10回測定した結果
- m vs l_m^2 のグラフを掲載する.
- 有効数字の桁数を考慮する.
- 曲率半径の誤差 δR の要因について考察する.
- 誤差推定の妥当性を確認する.
 - σ_i と σ'_i のそれぞれの意味に関して考察する.
 - σ_i と σ'_i の大きさの違いに関して考察する.
- ガイダンス資料にあるレポートの書き方をよく読んで作成すること.