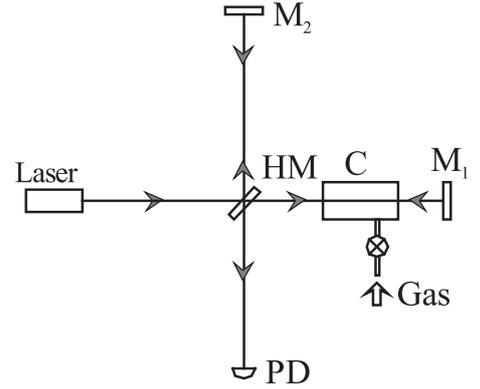


# 光学課題 11 干渉 課題

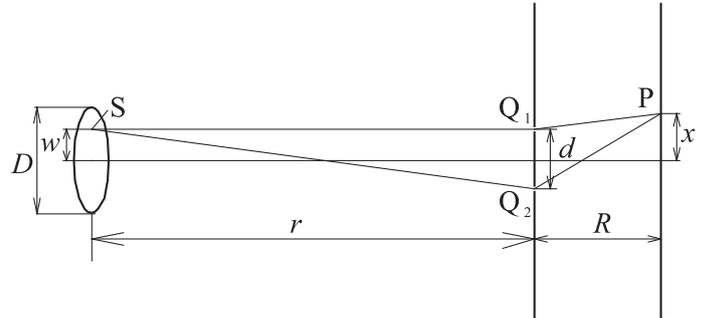
レポート作成での注意: 説明を丁寧に記述するよう心がけて下さい。

問 1 図のようなマイケルソン干渉計を用いて気体の屈折率を測定することを考える。図でレーザーから出射した光は半透鏡 HM で透過光と反射光に分かれる。透過光は直進し鏡  $M_1$  で反射される。反射光は 90 度方向をかえて進み鏡  $M_2$  で反射される。その後 2 つの光は HM で重ね合わされ検出器 PD で干渉の様子を検出する。HM と  $M_1$  の間には長さ  $d$  の容器 C があり、その内部ははじめは真空に保たれている。このとき干渉光が互いに強め合うように 2 枚の鏡  $M_1, M_2$  を調整しておく。その後、容器 C の弁を開き内部に少しずつ空気を入れていくと、PD で検出される光強度は、次第に小さくなり、その後再び大きくなり、大小を繰り返す。C の内部が大気圧になるまでに、信号は  $m$  回大小を繰り返した。大気圧の空気の屈折率を  $n$ 、光の波長を  $\lambda$  とする。



- (1) 光が往復していることに注意して、C 内が真空の場合と大気圧の場合での光路差  $\Delta L$  を求めよ。
- (2)  $\Delta L, m, \lambda$  の間の関係を求めよ。
- (3)  $d=10$  cm,  $\lambda=632.8$  nm,  $n=1.0002765$  として、 $m$  を求めよ。

問 2 自然発光では異なる点からの光同士は互いに干渉しない。このことを利用して恒星の視直径を調べたのがマイケルソンの天体干渉計である。マイケルソンの天体干渉計は、遠方の天体上の点 S からの光がダブルピンホール  $Q_1, Q_2$  を通りスクリーン上の点 P に干渉縞を作る。天体とピンホール面の距離  $r$ 、ピンホール面とスクリーンの距離  $R$ 、天体の大きさを  $D$  とし、その中心から S までの距離  $\omega$ 、ダブルスリットの間隔  $d$ 、スクリーンの中心から P までの距離  $x$  とする。光の波長を  $\lambda$  とし、次の問に答えよ。



- (1) S を出た光がダブルピンホール  $Q_1, Q_2$  を通り P に到達したときの振幅をともに  $A$ 、この 2 つの光の行路差を  $\Delta L$  とするとき、その光の強度  $I(x)$  について、次の式が成り立つことを示せ:

$$I(x) = 2B|A|^2(1 + \cos k\Delta L).$$

ここで  $B$  は比例定数である。

- (2)  $\Delta L$  を  $\omega, x, r, R, d$  を用いて表せ。

- (3) 天体上の全ての点からの寄与を計算しよう。点 S の直径上での和をとることで近似しよう。スクリーン上での光の強度  $\bar{I}(x)$  は次の式で与えられる;

$$\bar{I}(x) = \int_{-D/2}^{D/2} 2B|A|^2(1 + \cos k\Delta L)d\omega$$

積分を実行し、次の式が得られることを示せ:

$$\bar{I}(x) = 2BD|A|^2 \left( 1 + \cos \frac{kdx \sin \alpha}{R} \right)$$

ここで、 $\alpha \equiv \frac{kD}{2r}d$ 。

- (4)  $\bar{I}(x)$  をグラフに示せ。また、その最大値  $\bar{I}_{\max}$ 、最小値  $\bar{I}_{\min}$  を求め、干渉縞の可視度  $\Theta$  を求めよ。
- (5) 可視度を、 $\alpha$  の関数としてグラフに示せ。

マイケルソンの干渉計では、ピンホールの間隔  $d$  を変えながらスクリーン上の干渉縞の可視度  $\Theta(d)$  を測定する。可視度が 0 となる  $d$  は複数あり、 $m$  番目のものを  $d_m$  とする。

- (6) 天体の見込み角  $(D/r)$  はどのように求められるか式をもちいて説明せよ。

- (7) この方法で求められたベテルギウス (オリオン座) の見込み角は  $\theta_B \sim 0.047$  秒である。また、ベテルギウスの年周視差は  $\theta_y \sim 0.00655$  秒であることを用いて、ベテルギウスの半径  $D/2$  を求めよ。