

3. 以下の文章中の (ア) ~ (キ) に適切な式を記入しなさい。解答に使える物理量は、 λ , θ , l , f , λ_2 のみとする。ただし、(イ) には k , (ウ) には m も使いなさい。

1) 図1のように、2枚の鏡 M1 と M2 が、紙面に垂直で互いに平行になるように真空中に配置されている。紙面内で、鏡に垂直右向きを x 軸の正の方向、鏡に平行上向きを y 軸の正の方向とする。M1 はすべての光を反射するが、M2 は一部の光を反射し、残りを透過する。M1 には、 y 方向に幅が広く、紙面に垂直方向に長くのびたスリットがある。このスリットを通して、進行方向が紙面に平行な波長 λ の光が、M2 上の位置 S_0 から角度 θ で入射する。入射した光は、 S_0 において一部が反射され、残りは透過する。反射された光は M1 上の位置 R_0 で反射され、次に M2 上の位置 S_1 において一部が反射され、残りは透過する。以後、順に、M2 上の位置 S_2, S_3, \dots, S_N から光が透過する。これらの透過光は、回折して広がる。一方、スリットの幅が広く、M1 と M2 の間隔 l が狭いため、スリットを通過し、M1 と M2 の間を進む光については、回折による広がりを無視することができる。なお、M1 と M2 で反射するとき、光の位相は反転する（位相が半波長分ずれる）。すべての透過光の明るさが等しくなるように、M2 の光の透過率を調整してある。

S_0 と S_1 の距離を d とするとき、 $d =$ (ア) である。また、光が S_0 から S_k ($1 \leq k \leq N$) まで進む経路の長さは (イ) となる。よって、 S_0, S_1, \dots, S_N から x 軸に平行な方向に回折する光がすべて強め合う条件は、 m を正の整数として、 $\lambda =$ (ウ) (条件(1)) である。

条件(1) が成立しているとき、 x 軸に平行な方向以外にも、複数の方向に強め合う光が観測された。これらの強め合う光の方向と x 軸のなす角度の大きさの最小値を $\phi_1 (> 0)$ とすると、 $\sin \phi_1 =$ (エ) である。次に、光の波長を λ から徐々に短くしていったところ、 x 軸に平行な方向に回折する光は、いったん弱め合うようになり、波長が λ_1 のとき再び強め合うようになった。 $\lambda_1 =$ (オ) である。

2) 図2のように、焦点距離 f の凸レンズを M2 から x 軸方向に f 離れた位置に置き、さらに、レンズから f 離れた位置にスクリーンを置く。このとき、 S_0, S_1, \dots, S_N から出た互いに平行な強め合う光は、スクリーン上に明るい点（明点）として像を結ぶ。条件(1) が成立するように、波長 λ の光を角度 θ で S_0 に入射させたところ、スクリーン上に明点が並んだ。 x 軸に平行な方向に回折する光がつくる明点の y 座標を $y = 0$ とする。この明点から最も近い明点までの距離は (カ) であった。次に、光の波長を λ から徐々に長くしていったところ、 $y = 0$ にあった明点は、 y 軸の正の方向に移動した。波長が λ よりわずかに長い λ_2 になったとき、この明点の y 座標は (キ) であった。このように、この光学系は分光器として利用できる。

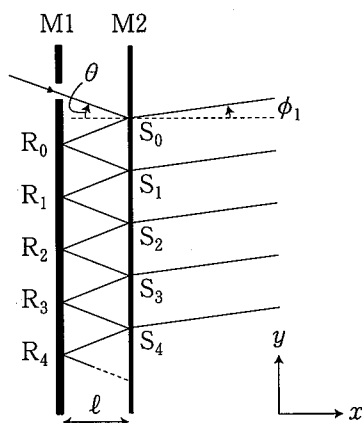


図1

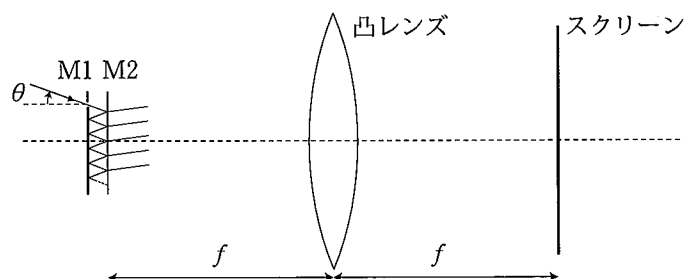


図2