

## 平成 2 4 年度 弁理士 試験 論文 式筆記 試験 問題

[光学]

1. 屈折率  $n_1$  をもつガラス 1 の平行平板 (厚み  $d$ ) が、屈折率  $n_2$  をもつガラス 2 の平行平板 2 枚に挟まれている。図 1 に示すように、真空と接するガラス 1 の側面から、真空中の波長  $\lambda_0$  の単色平面波を入射角  $\theta$  で入射する。光の偏光方向は  $z$  方向 (紙面に垂直な方向) とする。この場合について、以下の問いに答えよ。設問 (1) (2) (4) においては、 $\theta$ 、 $\lambda_0$ 、 $n_1$ 、 $n_2$  のうち適切な文字を用いて表せ。

【35点】

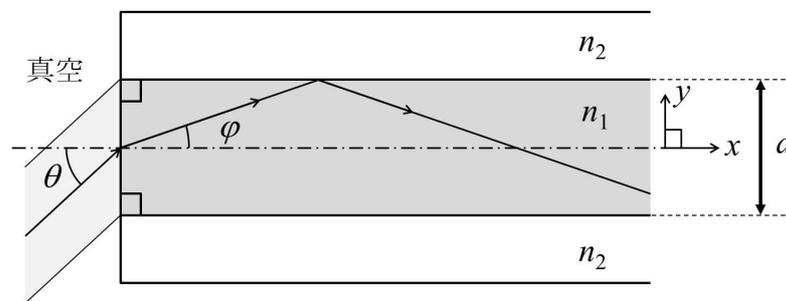


図 1

- (1) スネルの法則を適用することにより、図 1 中の角度  $\varphi$  を求めよ。
- (2) ガラス 1 及び 2 の境界面において光が全反射するための、 $\sin\theta$  に関する条件を示せ。ただし、 $n_1 > n_2$  とする。
- (3) 「エバネッセント波」とは何か、その性質と合わせて 100 字程度で説明せよ。
- (4) 設問 (2) の全反射条件が満たされている場合を考える。ガラス 1 の内部では、境界面への入射光とその反射光が干渉して明暗の縞が形成される。この干渉縞の間隔  $\Lambda$  を求めよ。ただし、入射光は真空中からガラス 1 にのみ入射し、ガラス 2 には入射しないものとする。
- (5) ガラス 1 の厚み  $d$  が干渉縞の間隔  $\Lambda$  の整数倍 ( $d = m\Lambda$ 、ただし  $m$  は正の整数) であった。このとき、ガラス 1 の中を進む光の波数ベクトルの  $x$  成分を、 $d$ 、 $m$ 、 $n_1$ 、 $\lambda_0$  を用いて表せ。

2. レンズを用いた空気中での結像に関する以下の問いに答えよ。ただし、レンズの屈折率を  $n (>1)$ 、空気の屈折率を 1 とせよ。

【40点】

- (1) 曲率半径  $r (>0)$  の球面を持つ薄肉凸平レンズがある。図 2 のように、光軸と平行な光線がこのレンズに入射する場合について、スネルの法則と近軸近似を用いることにより、レンズの焦点距離が  $f_1 = r/(n-1)$  で表されることを示せ。

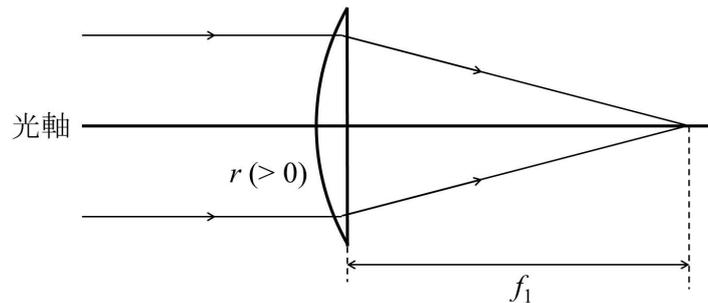


図 2

- (2) レンズの前面、後面がいずれも曲率半径  $r (>0)$  の球面であるような薄肉両凸レンズの焦点距離  $f$  を、 $r$  及び  $n$  を用いて表せ。結論を導き出した過程も記せ。
- (3) 焦点距離  $f$  をもつレンズ 1 枚による結像において、物体と像の距離が最も小さくなる時、その距離を  $f$  を用いて表せ。結論を導き出した過程も記せ。
- (4) 収差のない理想的なレンズを用いた場合でも、回折効果によって像がぼやける。点光源が光軸上でレンズから無限に離れた位置にあるとき、その像は円状に広がる。その広がり的大小が、レンズの直径  $D$  と焦点距離  $f$  のそれぞれにどのように依存するか答えよ。
- (5) 同じ焦点距離  $f$  をもつレンズ A 及びレンズ B を用いて顕微鏡を構成する。レンズ A によって物体の倒立実像を形成し、その像をレンズ B によって正立虚像として観察する。レンズ A による結像の横倍率が  $m = -4$ 、レンズ B による結像の横倍率が  $m = 5$  のとき、レンズ A とレンズ B の間の距離を  $f$  を用いて表せ。

3. 図3に示すように、波長 $\lambda$ 、強度 $I_0$ の単色平面波が、真空中に置かれたマイケルソン干渉計に入射している。ハーフミラーによって入射光が2つに分けられた後、それぞれの光は鏡で反射してハーフミラーに戻り、検出器に向かう。ハーフミラーのいずれの面から入射した場合にも、光強度の半分が反射され、残りの半分が透過する。固定鏡と可動鏡の向きは、反射に際して光が元の光路をさかのぼるように調整されている。検出器の位置における光の干渉について、以下の問いに答えよ。

【25点】

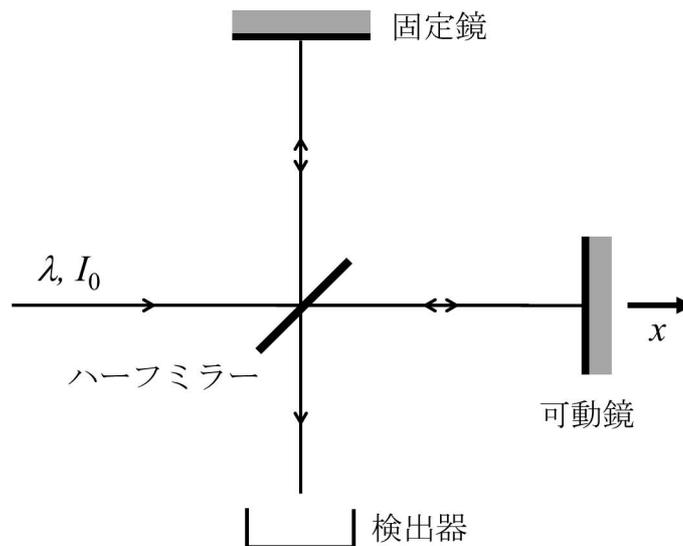


図3

- (1) 可動鏡を右方向に平行移動させたとき、検出器上の光強度 $I$ が移動距離 $x$ に対して周期的に変化した。その周期を求めよ。
- (2) 光強度 $I$ の極大値と極小値をそれぞれ $I_0$ を用いて表せ。また、結論を導き出す過程も記せ。
- (3) 光源の可干渉距離が有限であるため、光路長差を大きくするにつれて、光強度 $I$ の極大値と極小値が変化する。光路長差を無限に大きくしていったとき、極大値と極小値はそれぞれどのような値に近づくか。 $I_0$ を用いて答えよ。また、結論を導き出した根拠も記せ。