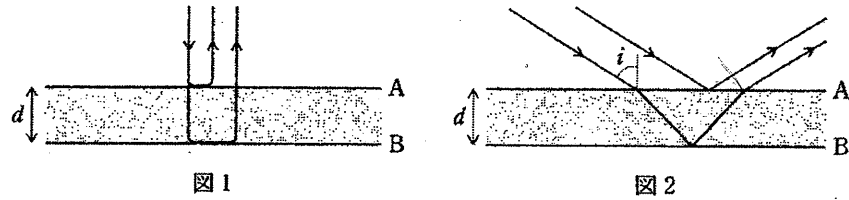


12-1 空気中に一様な厚さ d の薄膜が置かれている。空気の絶対屈折率を 1, 薄膜の絶対屈折率を n とする。ただし, $n > 1$ である。図 1 のように, 波長 λ の単色光が空気中から薄膜に対して垂直に入射している。



- 問 1 薄膜中での光の波長を答えよ。
 問 2 境界面 A, B で光が反射するとき, 位相はどれだけ変化するか。次の選択肢からそれぞれ 1 つ選び, その記号を答えよ。
 (a) 位相は変化しない (b) 位相は反転する
 問 3 境界面 A で反射した光と境界面 B で反射した光が干渉した。このとき, 光が強めあう条件を整数 m を使って書け。なお, 整数 m の取りうる範囲も記すこと。

次に, 図 2 のように, 波長 λ の単色光を空気中から薄膜に対して角度 i で入射させた。

- 問 4 境界面 A と境界面 B で反射する光の光路差は, $2nd\sqrt{1-\frac{\sin^2 i}{n^2}}$ で与えられることを示せ。
 問 5 入射角が $i=0$ のとき, 境界面 A で反射した光と境界面 B で反射した光が干渉し, 強めあった。光の入射角を大きくしていったところ, 一度弱めあった後, 入射角が $i=\theta$ のとき再び強めあった。このときの薄膜の厚さ d を求めよ。

最後に, 図 3 のように, 薄膜から距離 h だけ離れた場所に平面鏡を平行に置き, 波長 λ の単色光を, 空気中から薄膜に対して垂直に入射させた。なお, この鏡による光の反射では, 位相は反転するものとする。

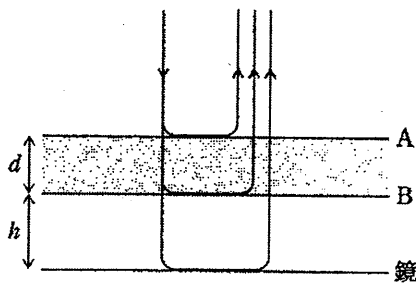


図 3

- 問 6 境界面 B で反射した光と鏡で反射した光が干渉した。このとき, 光が強めあう条件を整数 m' を使って書け。なお, 整数 m' の取りうる範囲も記すこと。
 問 7 問 3 および問 6 の条件が満たされるとき, 境界面 A, B および鏡で反射する 3 つの光が互いに強めあうことを示せ。

問 1.

$$\lambda' = \frac{\lambda}{n}$$

問 2.

A... 疎 → 密
反転する。

B... 密 → 疎
反転しない

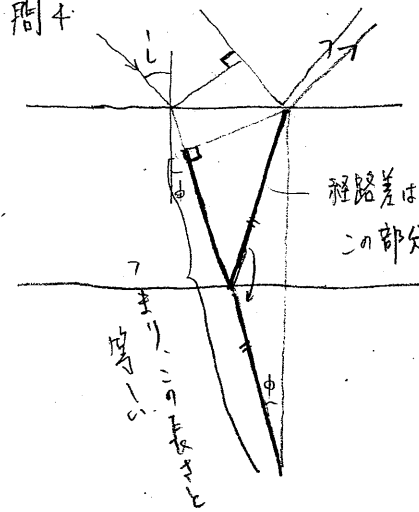
問 3

光路差は $2d \times n$

$$\frac{2n \times d}{\text{光路差}} = \frac{(m - \frac{1}{2})\lambda}{\text{位相が反転するから}} \quad m > 0$$

$$((m + \frac{1}{2})\lambda \quad m \geq 0)$$

問 4



$$n \times 2d \cos \phi = 2nd \sqrt{1 - \sin^2 \phi} \quad \text{--- ①}$$

屈折の法則より, $1 \times \sin i = n \sin \phi \Rightarrow \sin \phi = \frac{1}{n} \sin i \quad \text{--- ②}$

問 1 $\frac{\lambda}{n}$ 問 2 A: (b) B: (a) 問 3 $2nd = (m - \frac{1}{2})\lambda \quad (m > 0)$ 問 4 略

問 5 $d = \frac{1}{1 - \sqrt{1 - (\frac{\sin \theta}{n})^2}} \cdot \frac{\lambda}{2n}$ 問 6 $2h = (m' - \frac{1}{2})\lambda \quad (m' > 1)$ 問 7 略

強めあうとき

$$m = n'$$

$i = \theta$ のとき

$$m = m' - 1 \text{ とし}$$

$$2nd = (m' + \frac{1}{2})\lambda \quad \text{--- ③}$$

$$2nd \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta}{n^2}} = (m' - \frac{1}{2})\lambda \quad \text{--- ④}$$

③ - ④ より, n' が消去

$$2nd \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta}{n^2}} \right) = \lambda$$

$$d = \frac{1}{1 - \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta}{n^2}}} \cdot \frac{\lambda}{2n}$$

問 6

$$2h = (m' - \frac{1}{2})\lambda, \quad m' > 0$$

光路差 = 位相が反転するから

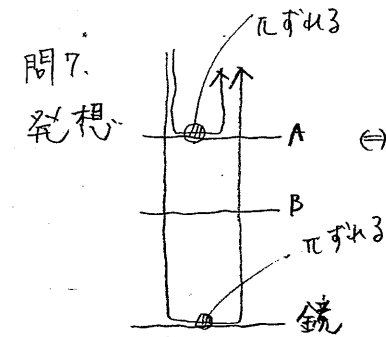
⑤ + ⑥ より

$$2nd + 2h = (m - \frac{1}{2})\lambda + (m' - \frac{1}{2})\lambda$$

$$\Rightarrow 2nd + 2h = (m + m' - 1)\lambda$$

$m > 0, m' > 0$ 整数より

強めあう



この2つの光の光路差は

$$2h + 2nd, \quad \lambda \text{ の整数倍とすればいい}$$

①, ②より

$$2nd \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i}{n^2}}$$