

# 入試問題研究 第208回 2007年 関西大学 ③ 波動(干渉)

※ なお、問題文は一部修正（選択肢などを省く）している。

元問題は予備校サイト（代々木ゼミナール）で入手できます。

[3] 次の文の 1 ～ 10 には適切な数式または語句を記入せよ。

水たまりの上に油膜ができ、そこに太陽光などが当たると色づいて見える。これは光の 1 によるものである。ここで、油膜が色づいて見える理由を詳しく考えてみよう。

- (1) 一様な厚さ  $d$ 、屈折率  $n_1$  の油の薄膜が平らな水面をおおっているとする。空気の屈折率を  $n_0$ 、水の屈折率  $n_2$  とすると、

$n_0 < n_2 < n_1$  である。単色光が空気中から油膜に入射したとする。油膜内での光の波長は空中での光の波長の 2 倍、油膜内での光の速さは空気中の光の速さの 3 倍、油膜内での光の振動数は空中の光の振動数の 4 倍である。図1のように光が空気中から油膜面に斜めに入射するとき、入射角、屈折角と屈折率  $n_0$ 、 $n_1$  との間には 5 の関係がある。

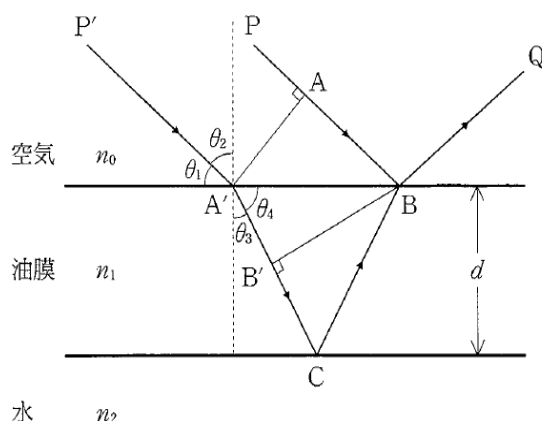


図 1

- (2) 一般に、屈折率  $n$  の物質中を光が距離  $l$  だけ通過するとき、同じ時間で真空中を光が進む距離  $nl$  を光学距離という。波長が  $\lambda$  の光が異なる経路を重ね合わされるときに、その光学距離の差(光路差)が  $\frac{\lambda}{2}$  の 6 倍のときに光強度が大きくなり、その光学距離の差(光路差)が  $\frac{\lambda}{2}$  の 7 倍のときに光強度が小さくなる。光の屈折率の異なる物質の境界面で反射するとき、屈折率の大きい物質側から進んで屈折率の小さい物質との境界面で反射するときの波面の位相関係は、波の 8 端反射と同様に位相は変化しない。逆に、屈折率の小さい物質側から進んで屈折率の大きい物質との境界面で反射するときの波面の位相関係は、波の 9 端反射と同様に位相が半波長分だけ変化する。したがって、反射した光の重ね合わせを考えるとときには、この位相の変化分も考慮する必要がある。

図1で  $ABQ$  と進む光と  $A'CBQ$  と進む光との光路差  $\Delta$  を考える。波面は光の進行方向と垂直であるから、空気中での  $AA'$  の波面は油膜内では  $BB'$  となっている。したがって、 $ABQ$  と進む光と  $A'CBQ$  と進む光との経路差は  $B'CB$  となり、光路差  $\Delta$  は、油の屈折率  $n_1$ 、油膜の厚さ  $d$ 、および屈折角を用いて  $\Delta =$  10 となる。

## 入試問題研究 第208回 2007年 関西大学 ③ 波動(干渉) 解答解説

[3] 水たまりの上に油膜ができ、そこに太陽光などが当たると色づいて見える。これは光の「干渉」・・・**1**によるものである。ここで、油膜が色づいて見える理由を詳しく考えてみよう。

- (1) 一様な厚さ  $d$ 、屈折率  $n_1$  の油の薄膜が平らな水面をおおっているとする。空気の屈折率を  $n_0$ 、水の屈折率  $n_2$  とすると、 $n_0 < n_2 < n_1$  である。単色光が空気中から油膜に入射したとする。

「スネルの法則(屈折の法則)」  $n_{12} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$  を使えばよい。

油膜内での波長は空中での波長の  $\frac{n_0}{n_1}$  ... **2** 倍、

油膜内での光の速さは空気中の  $\frac{n_0}{n_1}$  ... **3** 倍、油膜

内での光の振動数は空中の光の振動数の  $1$  ... **4** 倍である(振動数は変化するはずがない！)。

図1のように光が空気中から油膜面に斜めに入射するとき、入射角、屈折角と屈折率  $n_0$ 、 $n_1$  との間には

「スネルの法則(屈折の法則)」より  $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_3} = \frac{n_1}{n_0}$  ... **5**

の関係が成立する。

- (2) 一般に、屈折率  $n$  の物質中を光が距離  $l$  だけ通過するとき、同じ時間で真空中を光が進む距離  $nl$  を光学距離という。

波長が  $\lambda$  の光が異なる経路を重ね合わされるときに、その光学距離の差(光路差)が  $\frac{\lambda}{2}$  の「偶数」・・・**6** 倍のときに光強度が大きくなり(光路差が半波長の偶数倍のとき強め合う)、その光学距離の差(光路差)が  $\frac{\lambda}{2}$  の「奇数」・・・**7** 倍のときに光強度が小さくなる(光路差が半波長の偶数倍のとき弱めあう)。(反射が途中で起こらないとき！)

光の屈折率の異なる物質の境界面で反射するとき、屈折率の大きい物質側から進んで屈折率の小さい物質との境界面で反射するときの波面の位相関係は、波の「自由」・・・**8** 端反射と同様に位相は変化しない。逆に、屈折率の小さい物質側から進んで屈折率の大きい物質との境界面で反射するときの波面の位相関係は、波の「固定」・・・**9** 端反射と同様に位相が半波長分だけ変化する。したがって、**反射した光の重ね合わせを考えるとときには、「光路差」に加えて、「反射による位相の変化」も考慮しておく必要があるのだ(固定端反射の回数が奇数回のとき、干渉の条件が逆転する！)。**

図1でABQと進む光とA'CBQと進む光との光路差  $\Delta$  を考える。波面は光の進行方向と垂直であるから、空気中でのAA'の波面は油膜内ではBB'となっているので、ABQと進む光とA'CBQと進む光との経路差はB'CBとなる。よって、光路差  $\Delta$  は、油の屈折率  $n_1$ 、油膜の厚さ  $d$ 、および屈折角を用いて  $\Delta = 2n_1 d \cos \theta_3$  ... **10** と表すことができる。

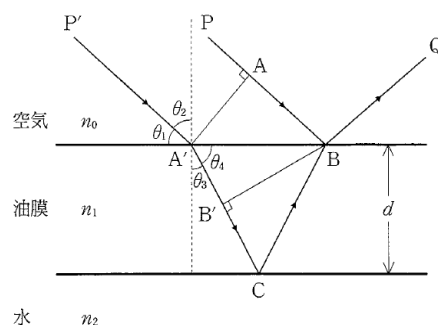


図 1