

1.

図1のような媒質1と媒質2からなる空間で、媒質1内で発生した平面波が、両媒質の境界面Sに対して垂直方向に伝搬し、媒質2に入射する。Sから距離 d ($d > 0$)の位置に、紙面に垂直で断面が円形の無限に長い反射体Rがあり、波は反射する。この反射では波の位相は変化しないものとし、またRで反射した波がSに達した後にSから発生する反射波の影響は考えなくてよい。媒質1および媒質2の中では、平面波の波長はそれぞれ L および l である。次の問いに答えよ。

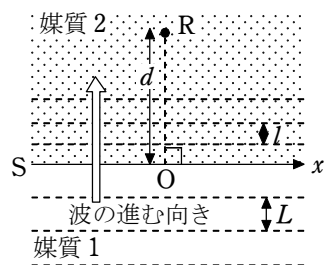


図1

- (1) 媒質1に対する媒質2の屈折率を求めよ。
- (2) 反射体Rで反射した波の媒質2内での波面の概略図を図2にかけ。反射体の断面の直径は、 l に比べて十分小さいものとする。

R

反射前の平面波と反射体Rで反射した波は干渉し、境界面S上で強めあう点が観測された。この位置を表すために、図1のようにRが紙面と交わる点からSに下ろした垂線とSとの交点を原点Oとし、S上に反射体Rに垂直な座標 x を定義する。

図2

- (3) 2つの波の経路差が波長の n 倍(n は自然数)となるとき、2つの波は干渉して強めあう。境界面S上で強めあう干渉位置 x が満たすべき条件式を求めよ。
- (4) x と d をそれぞれ横軸と縦軸にとり、 $0 < d \leq \frac{5}{2}l$ と $-3l \leq x \leq 3l$ の範囲で、(3)で求めた条件式のグラフの概形をかけ。 n は1~5の範囲とする。
- (5) $d = \frac{15}{8}l$ の場合を考える。(4)のグラフを参考にして、強めあう干渉点の中で、 $-3l \leq x \leq 3l$ の範囲にある位置 x の値をすべて求めよ。

2.

次の文を読み、次の問いに答えよ。

ホイヘンスは、波面上の各点を波源として円形波が生じていると考え、これを素元波と名づけた。この素元波すべてに接する直線または曲線(包絡線)がすぐ次の時刻の波面になると考えた。これをホイヘンスの原理という。ホイヘンスの原理を使って、波の屈折を考える。

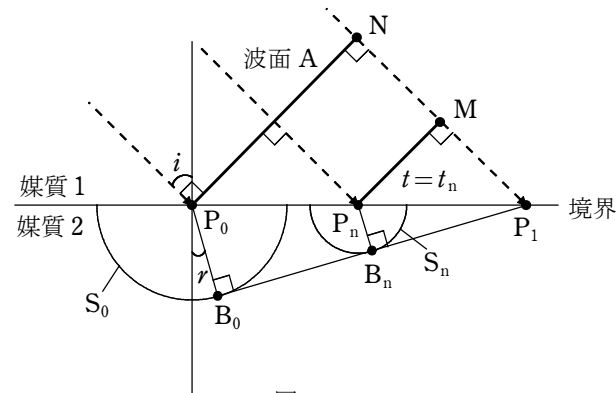
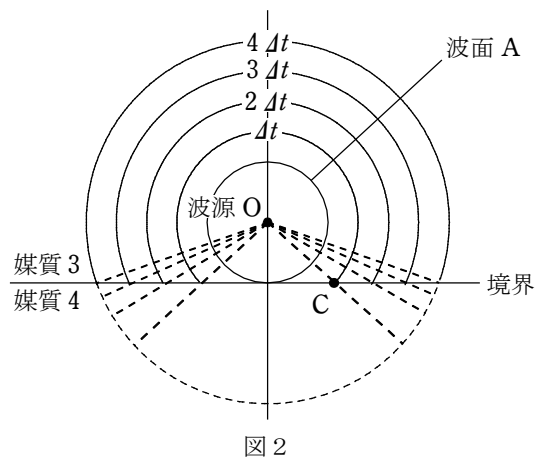


図 1

図 1 のように、直線波(平面波)が媒質 1 から媒質 2 との境界に、入射角 i で入射しており、入射波の進行方向が矢印の付いた破線で示されている。時刻 t_0 で入射波は波面 A をつくり、一方の端は境界上の点 P_0 に達している。点 N にあったもう一方の端は、時刻 $t_1 (> t_0)$ で境界上の点 P_1 に達した。このとき点 P_0 から出た素元波は S_0 である。素元波 S_0 に点 P_1 から接線を引き、その接点を B_0 とする。線分 P_0B_0 と境界の法線とのなす角は r である。時刻 $t_n (t_0 < t_n < t_1)$ で、波面は境界上の点 P_n に達し、線分 P_nM で示されている。時刻 t_1 では点 P_n からの素元波は S_n となっている。 S_n に点 P_1 から接線を引いたときの接点を B_n とする。媒質 1、媒質 2 での波の速さはそれぞれ $v_1, v_2 (v_2 < v_1)$ であるとする。

- (1) 素元波 S_n の半径を、 t_0, t_1, t_n, v_1 , および v_2 の中から適当な記号を用いて表せ。
- (2) 任意の点 P_n から生じた素元波の包絡線が線分 P_1B_0 と一致すれば、この線分が $t = t_1$ における屈折波の波面となる。線分 P_1B_0 上に点 B_n があることを示すために、図 1 中の $\triangle P_1P_0B_0$ と $\triangle P_1P_nB_n$ が相似であることを証明せよ。
- (3) 媒質 1、媒質 2 での波の速さの比 $\frac{v_1}{v_2}$ を、 i, r, t_0, t_1 , および t_n の中から適当な記号を用いて表せ。

次に円形波の境界への入射を考える。図2のように、波源Oが媒質3の中にあり、円形の波面が速さ v_3 で広がっている。波源の近くには、媒質4との境界が存在している。円形波は時刻 $t=0$ で波面Aをつくった。それ以降の媒質3における速さ v_3 で広がる波面を Δt ごとに円弧で描いた。また、これらの円弧と境界の交点と波源Oとを結ぶ直線が破線で描かれている。媒質4での波の速さ v_4 は $\frac{1}{2}v_3$



であるとする。

- (4) 時刻 $t=\Delta t$ での波面と境界の交点の1つをCとすると、 $t=4\Delta t$ でのCから発生した媒質4における素元波の半径を、 Δt および v_3 を用いて表せ。
- (5) 媒質4における時刻 $t=4\Delta t$ での波面をホイヘンスの原理を用いて、境界から生じた素元波とともに図2に図示せよ。