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。

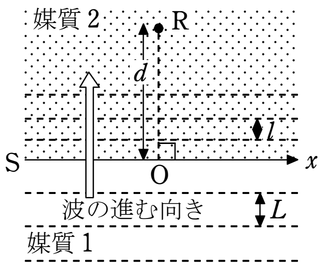


図 1

(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。

図 2

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。

(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，$0<d\leqq\frac{5}{2}l$ と $-3l\leqq x\leqq 3l$ 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，$-3l\leqq x\leqq 3l$ の範囲にある位置 x の値をすべて求めよ。

解答　(1)　$\dfrac{L}{l}$　　(2)　図 a　　(3)　$d+\sqrt{d^2+x^2}=nl$

(4)　図 b　　(5)　$\pm l$，$\pm\frac{5}{2}l$

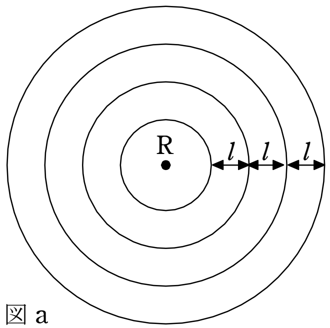
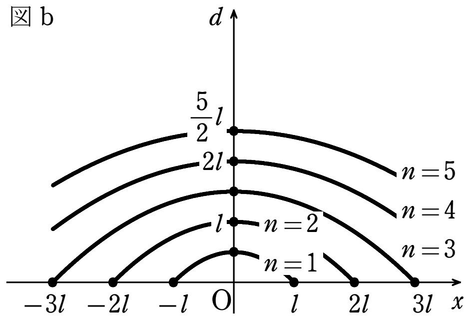


図 a

図 b



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。

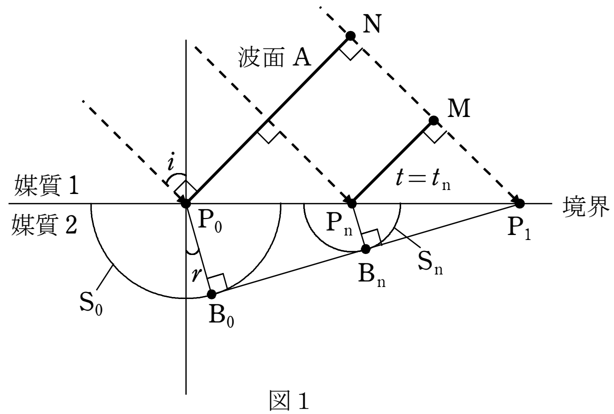


図 1

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 $t_{\mathrm{n}}\,(t_0<t_{\mathrm{n}}<t_1)$ で，波面は境界上の点 P_{n} に達し，線分 $P_{\mathrm{n}}M$ 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 $\triangle P_1P_{\mathrm{n}}B_{\mathrm{n}}$ 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 $\dfrac{v_1}{v_2}$ 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。

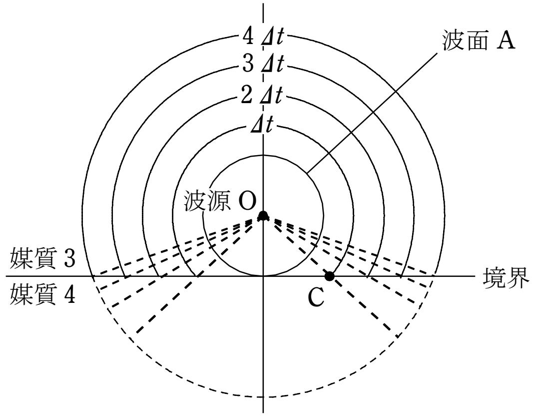


図2

(4)　時刻 $t=\Delta t$ での波面と境界の交点の1つをCとするとき，$t=4\Delta t$ 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。

解答　(1)　$v_2(t_1-t_n)$　　(2)　省略　　(3)　$\dfrac{\sin i}{\sin r}$　　(4)　$\dfrac{3}{2}v_3\Delta t$

(5)