図１のような形状をした複プリズム(バイプリズム)がある。複プリズムの頂角(∠CAB と∠ACB)はともに α, 屈折率は n である。波長 λ の単色光を出す光源，ピンホール(小さな穴の空いた板)，レンズ，複プリズム，スクリーンを図 2 のように置く。スクリーンおよび複プリズムの平面 ACFD はレンズの光軸に垂直で，ピンホールと複プリズムの辺 BE は光軸上にあり，光軸がスクリーンと交わる点をＯとする。ピンホールを通過した光は，レンズを通過して平面波となり，複プリズムに垂直に入射する。以下の問に答えよ。

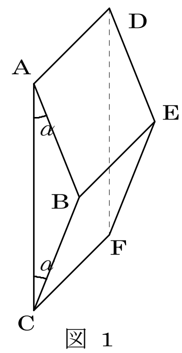

図 1

(1)図の①の光線は，複プリズムを通過してどのように進むか，進行方向の概略を図で表しなさい。

(2)複プリズムに入射した光が，複プリズムを通過して曲げられる角度を θ とする。θ を，n, α で求めなさい。ただし，角度 α, θ は十分に小さいものとする。

(3)複プリズムを通過した光は，進行方向の異なる平面波となる。スクリーンの近くでこれらの光の波面の概略を描きなさい。ただし複プリズムの面 ABED を通過した光の山がスクリーン上の O を通るときの波面を描くものとし，山の波面を実線で，谷を点線で表すこと。

(4)スクリーン上には，紙面に垂直に干渉縞が現れる。干渉縞の間隔を λ, n, α で求めよ。

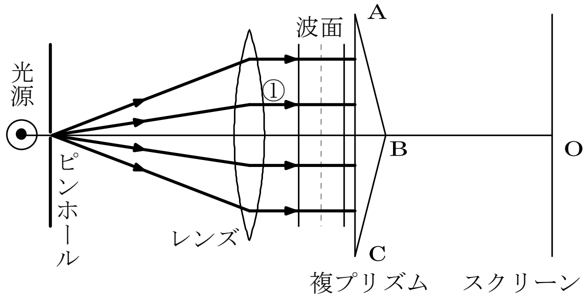

図 2

(解説)この問題のようなプリズムを複プリズム(バイプリズム)とよぶ。バイプリズムにより干渉を起こすことが出来る。バイプリズムで屈折した光は進行方向の異なる平面波となる。平面波の干渉については，“今週の１問 NO.5”を参照して欲しい。

(1)面 ABDE への入射角が α となる。屈折角を β として屈折の法則より

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\frac{1}{n} \qquad \therefore \quad \sin\beta \fallingdotseq n\sin\alpha \qquad \cdots①$$

$n>1$ であるので $\beta>\alpha$ である。ゆえに図1となる。

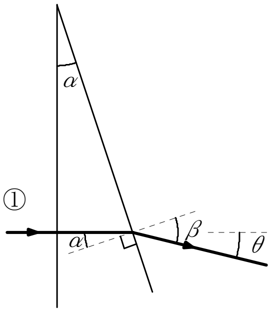

図 1

(2) α，β は十分に小さいとして $\sin\alpha \fallingdotseq \alpha$，$\sin\beta \fallingdotseq \beta$ を①式に用いて

$$\beta \fallingdotseq n\alpha$$

プリズムで曲げられた角度 θ は図 1 より

$$\theta=\beta-\alpha=(n-1)\alpha \qquad \cdots② \quad \cdots(答)$$

(3)波面は進行方向に垂直であるのでスクリーンに対して θ の入射角となる。また，面 BCFE を通過した光の山もこのとき O を通過するはずである。ゆえに図 2 となる。

(4)図２の状態に，波の移動方向も考えて，波の強めあう腹線を太い実線で示すと図３のようになる。腹線のスクリーン上の点が明るい縞模様となる。山と谷の波面の間隔は $\dfrac{\lambda}{2}$ であるので，スクリーン上での縞模様の間隔を $\varDelta x$ とすると，θ を十分に小さいとして

$$\varDelta x\sin\theta=\frac{\lambda}{2} \qquad \therefore \quad \varDelta x=\frac{\lambda}{2\sin\theta} \fallingdotseq \frac{\lambda}{2\theta}$$

②式の θ を代入して

$$\varDelta x \fallingdotseq \frac{\lambda}{2(n-1)\alpha} \qquad \cdots(答)$$

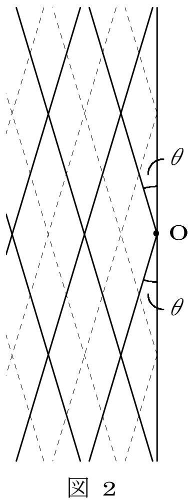

図 2

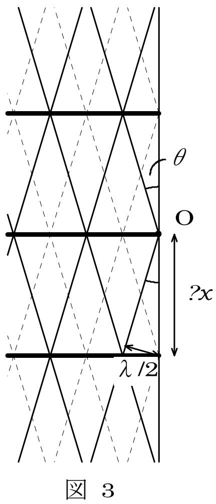

図 3