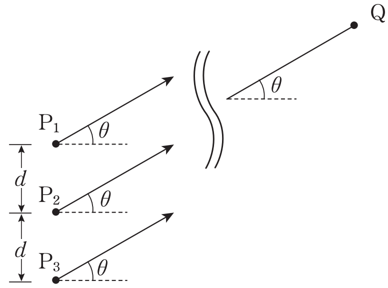
2

《波の式・波の干渉》



一様な媒質中において，図のように，同一直線上に，3つの点波源P_1，P_2，P_3が，この順に間隔dで並んでいる。これらは，同じ振動数，振幅，位相で振動するものとし，このとき発する波の波長をλとする。ここでは，3つの点波源が並ぶ直線に垂直な直線に対し，反時計回りを正として角度θをなす方向の点Qにおいて，以下の**問1**，**問2**の状況における合成波を観測する場合について考える。ただし，点QはP_1～P_3から十分に遠方にあるため，各波源から点Qに達する波は平面波と考えてよく，P_1～P_3から点Qに達する波は平行で振幅が等しいとみなせるものとする。そこで，これらの振幅を$A\,(>0)$，角振動数を$\omega\,(>0)$とすると，P_2からの波による点Qでの変位は，時刻tの関数として，$A\sin\omega t$と表されるものとする。このとき，P_2からの波に対する位相差をδとすると，P_1からの波による点Qでの変位は$A\sin(\omega t+\delta)$，P_3からの波による点Qでの変位は$A\sin(\omega t-\delta)$と表されるものとする。以下では，波の強さは振幅の2乗に比例することを用いてよい。また，必要ならば，三角関数に関する次の公式を用いてよい。（25点）

$$\sin\alpha+\sin\beta=2\sin\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2},\quad \cos^2\frac{\alpha}{2}=\frac{1+\cos\alpha}{2},\quad \sin^2\frac{\alpha}{2}=\frac{1-\cos\alpha}{2}$$

問1　まず，P_1を停止し，P_2，P_3だけを振動させる場合について考える。

(1)　δを，d，θ，およびλを用いて表せ。（3点）

(2)　点Qで観測される合成波の振幅$B\,(>0)$を，A，δを用いて表せ。（3点）

(3)　$d>2\lambda$の場合について，$0\leqq\delta\leqq4\pi$におけるB^2とδの関係を表すグラフの概形を，縦軸にB^2，横軸にδをとって描け。ただし，主要値も記入すること。（3点）

(4)　点Qで観測される合成波の強さが最大になるときについて，$\sin\theta$が満たすべき条件を，d，λ，および整数$n\,(n=0,\ \pm1,\ \pm2,\ \cdots)$を用いて表せ。（3点）

問2　次に，P_1，P_2，P_3をすべて振動させる場合について考える。

(1)　点Qで観測される合成波の振幅$C\,(>0)$を，A，δを用いて表せ。（4点）

(2)　点Qで観測される合成波の振幅Cが最大になるときのδの値を，整数$n\,(n=0,\ \pm1,\ \pm2,\ \cdots)$を用いて表せ。（4点）

(3)　**問2**(2)の結果を踏まえ，点Qで観測される合成波の強さが最大になるときについて，

$\sin\theta$ が満たすべき条件を，d，λ，および整数 n（$n=0$，±1，±2，…）を用いて表せ。

（5点）