

略解がある問題については、自己採点して提出して下さい。

問 2

略解

$$u_p \propto \int_S e^{ikr} dS$$

$$\begin{aligned} r &= \{R^2 + (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2\}^{1/2} \\ &\sim R_0 \{1 - \frac{xx_0 + yy_0}{R_0^2}\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_p &\propto \int_S e^{-ik(lx + my)} dS \quad (l \equiv \frac{x_0}{R_0} \sim \theta, \quad m \equiv \frac{y_0}{R_0}) \\ &= \int_{-D/2}^{-D/2} e^{-iklx} dx + \int_{D/2}^{3D/2} e^{-iklx} dx \\ &= \frac{e^{\frac{3}{2}iklD} - e^{\frac{1}{2}iklD}}{ikl} + \frac{e^{-\frac{1}{2}iklD} - e^{-\frac{3}{2}iklD}}{ikl} \\ &= \frac{e^{\frac{i}{2}klD} - e^{-\frac{i}{2}klD}}{ikl} (e^{iklD} + e^{-iklD}) \\ &= D \underbrace{\frac{\sin \alpha}{\alpha}}_A \underbrace{2 \cos 2\alpha}_B \quad (\alpha \equiv \frac{klD}{2} \sim \frac{\pi D}{\lambda} \theta) \end{aligned}$$

A 単スリットによる回折 B スリット 2 個による寄与

$$\begin{aligned} I &\propto |u_p|^2 \propto \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha^2} \cos^2 2\alpha \\ &= \frac{\sin^2 \pi \frac{\theta}{\lambda/D}}{(\pi \frac{\theta}{\lambda/D})^2} \cos^2 2\pi \frac{\theta}{\lambda/D} \end{aligned}$$

ここで、 θ はスリットからスクリーン上の点 (x_0) を結ぶ線と光軸との角度であることに注意.

$$l = \frac{x_0}{R_0} = \frac{2\alpha}{kD} = \frac{\lambda}{D} \frac{\alpha}{\pi} \sim \theta$$

であるから、 $\frac{\theta}{\lambda/D}$ を基準目盛とする場合についても示した (上の軸).

幅 D の単一スリット (A^2) を包絡線として、複数スリット (B^2) による間隔 $\Delta\theta = \frac{\lambda}{2D}$ の明暗の干渉が重ね合わされている.

同じスリットの本数を増やすと、 $\Delta\theta = \frac{\lambda}{2D}$ の間隔をもつ干渉の明るい部分が狭まる. スリット同士の間隔を広げるとその間隔に反比例して、 $\Delta\theta$ が狭まる.

