Задача 145. Екран міститься на відстані 40 м від точкового джерела світла з довжиною хвилі $5\cdot10^{-4}$ мм. На відстані 20 м від джерела світла розташовано отвір. Визначити радіус отвору, при якому центр дифракційної картини на екрані буде найбільш темним; найбільш світлим.

Дано:

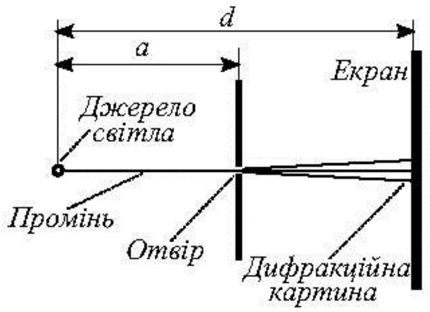
d=40 м

a=20 м

$\lambda=5\cdot10^{-4}$ мм

$r_т$ – ? $r_с$ – ?

Розв'язання.



Інтенсивність свілової хвилі, яка досягає екрану після проходження через маленький отвір, обумовлюється інтерференцією і визначається методом зон Френеля. Найменша інтенсивність (темна пляма) в центрі дифракційної картини спостерігається, якщо в розмірі отвору укаладається парна кількість зон Френеля, найбільша інтенсивність (світла пляма), якщо укладається непарна кількість зон.

Кількість зон Френеля, які укладаються в отворі, для сферичної світлової хвилі знаходять за формулою:

$$m=\frac{r_m^2(a+b)}{ab\lambda},$$

де r_m – радіус найбільшої зони, що укладається в отворі; b – відстань від отвору до екрана.

Оскільки радіус останньої зони дорівнює радіусу отвору ($r_m=r$), то з формули можна його знайти:

$$r=\sqrt{\frac{ab}{a+b}m\lambda}=\sqrt{\frac{a(d-a)}{d}m\lambda}.$$

Найбільш темним буде центр дифракційної картини, коли в отворі уміщується найперше парне коло (*m=2)*, а найбільш світлим – найперше непарне *(m=1)*:

$$r_т=\sqrt{\frac{a(d-a)}{d}2\lambda};$$

$$r_с=\sqrt{\frac{a(d-a)}{d}\lambda}.$$

Підставляємо задані значення:

$$r_т=\sqrt{\frac{20(40-20)}{40}\cdot2\cdot5\cdot10^{-7}}=3{,}16\cdot10^{-3}\text{ м}=\ 3{,}16\text{ мм};$$

$$r_с=\sqrt{\frac{20(40-20)}{40}\cdot5\cdot10^{-7}}=2{,}24\cdot10^{-3}\text{ м}=\ 2{,}24\text{ мм}.$$

Відповідь: $r_т$ = 3,16 мм, $r_с$ = 2,24 мм.