

Задания

Задание 26 № 9333

Плоская монохроматическая световая волна с частотой $8,0 \cdot 10^{14}$ Гц падает по нормали на дифракционную решётку. Параллельно решётке позади неё размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 21 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между её главными максимумами 1-го и 2-го порядков равно 18 мм. Найдите период решётки. Ответ выразите в микрометрах (мкм), округлив до десятых. Считать для малых углов ($\varphi \ll 1$ в радианах) $\operatorname{tg} \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$.

Решение.

Запишем условия максимума для 1-го и 2-го порядков:

$$\begin{cases} d \sin \varphi_1 = 1 \cdot \lambda, \\ d \sin \varphi_2 = 2 \cdot \lambda \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \operatorname{tg} \varphi_1 \approx \sin \varphi_1 = \frac{\lambda}{d} = \frac{c}{vd}, \\ \operatorname{tg} \varphi_2 \approx \sin \varphi_2 = \frac{2\lambda}{d} = \frac{2c}{vd}. \end{cases}$$

На экране максимумы смещены на расстояния $x_1 = f \operatorname{tg} \varphi_1$ и $x_2 = f \operatorname{tg} \varphi_2$ от центрального максимума, где f — фокусное расстояние линзы. По условию $x_2 - x_1 = \Delta x = 18$ мм. Из чего получаем

$$\frac{2fc}{vd} - \frac{fc}{vd} = \Delta x \Leftrightarrow d = \frac{fc}{v\Delta x} = \frac{0,21 \cdot 3 \cdot 10^8}{8,0 \cdot 10^{14} \cdot 18 \cdot 10^{-3}} \approx 4,4 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 4,4 \text{ мкм}.$$

Ответ: 4,4