

Задача № 4.

Поток нейтронов проходит через узкие радиальные щели в двух дисках из кадмия, поглощающего нейтроны. Диски насажены на общую ось так, что щели повернуты друг относительно друга на угол α . Диски вращаются с угловой скоростью $\omega = 400 \text{ рад/с}$, расстояние между ними $L = 1 \text{ м}$. Найти угол α , если длина волны де Бройля пропускаемых таким устройством нейтронов равна $\lambda = 0.1 \text{ нм}$.

Решение:

Длина волны де Бройля нейтронов:

$$\lambda_B = \frac{2\pi\hbar}{p} \quad (1)$$

где p - импульс нейтронов, равный $p = mv$.

На рисунке 1 приведена схема установки:

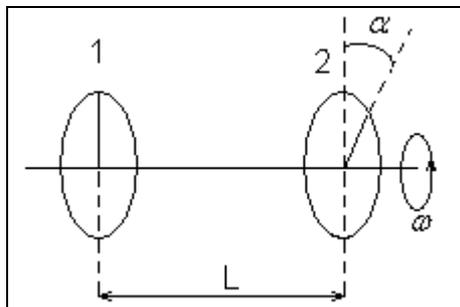


Рисунок 1

Пусть Δt - время, за которое диски поворачиваются на угол α . Это время равно:

$$\Delta t = \frac{\alpha}{\omega} \quad (2)$$

Если нейтрон, пролетевший через первую щель, за время Δt пролетает расстояние между щелями, то он пройдет через вторую щель. Скорость таких нейтронов равна:

$$v = \frac{L}{\Delta t} = \frac{\omega L}{\alpha} \quad (3)$$

Импульс такого нейтрона равен:

$$p = mv = \frac{m\omega L}{\alpha} \quad (4)$$

Длина волны нейтрона такого нейтрона:

$$\lambda_B = \frac{2\pi\hbar\alpha}{m\omega L} \quad (5)$$

Отсюда найдём угол α :

$$\alpha = \frac{m\omega L\lambda_B}{2\pi\hbar} \quad (6)$$

Подставляя числовые значения, получим:

$$\alpha = 5.5 \cdot 10^{-5} \text{ рад} = 11.35''$$

Ответ:

$$\alpha = \frac{m\omega L\lambda_B}{2\pi\hbar}$$

$$\alpha = 5.5 \cdot 10^{-5} \text{ рад} = 11.35''$$