

Задания**Задание 32 № 7719**

Для исследования рентгеновских лучей с длинами волн меньше 10 нм изготовить обычную дифракционную решётку с подходящим периодом не представляется возможным, однако есть способ обойти эту трудность. Возьмём обычную решётку с периодом $d = 30$ мкм и осветим её параллельным пучком рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda = 4,5$ нм с углом падения на решётку $\alpha = 89,5^\circ$ (скользящее падение лучей). Под каким углом γ к первоначальному пучку будет фиксироваться дифракционный максимум первого порядка? Считайте этот угол малым: $\gamma \ll 1$. Ответ выразите в градусах и округлите до целого числа.

Решение.

При скользящем падении лучей на дифракционную решётку с периодом d разность хода соседних лучей возникает как до их падения ($-d \cdot \sin \alpha$), так и после их выхода из решётки ($d \cdot \sin \varphi$, где φ — угол дифракции, то есть угол между перпендикуляром к плоскости решётки и лучом). Таким образом, условие первого главного максимума для дифракции на решётке в данном случае имеет вид: $d(\sin \varphi - \sin \alpha) = \lambda$, или, согласно тригонометрической формуле,

$$d \cdot 2 \sin \frac{\varphi - \alpha}{2} \cos \frac{\varphi + \alpha}{2} = \lambda.$$

По условию угол отклонения луча решёткой $\gamma = \varphi - \alpha \ll 1$, поэтому $\varphi \approx \alpha$ и $\cos \frac{\varphi + \alpha}{2} \approx \cos \alpha$. Значит,

$$2 \sin \frac{\varphi - \alpha}{2} \approx 2 \sin \frac{\gamma}{2} \approx \gamma,$$

и условие главного дифракционного максимума первого порядка приобретает вид: $d \cos \alpha \cdot \gamma \approx \lambda$, то есть эффективный период решётки уменьшается до $d \cos \alpha$ и при угле α , близком к 90° , может быть намного меньше d . Теперь можно найти угол γ :

$$\gamma \approx \frac{\lambda}{d \cos \alpha} \approx \frac{4,5 \cdot 10^{-9}}{30 \cdot 10^{-6} \cdot 0,00873} \approx 1,718 \cdot 10^{-2} \approx 0,984^\circ \approx 1^\circ.$$

Ответ: 1° .