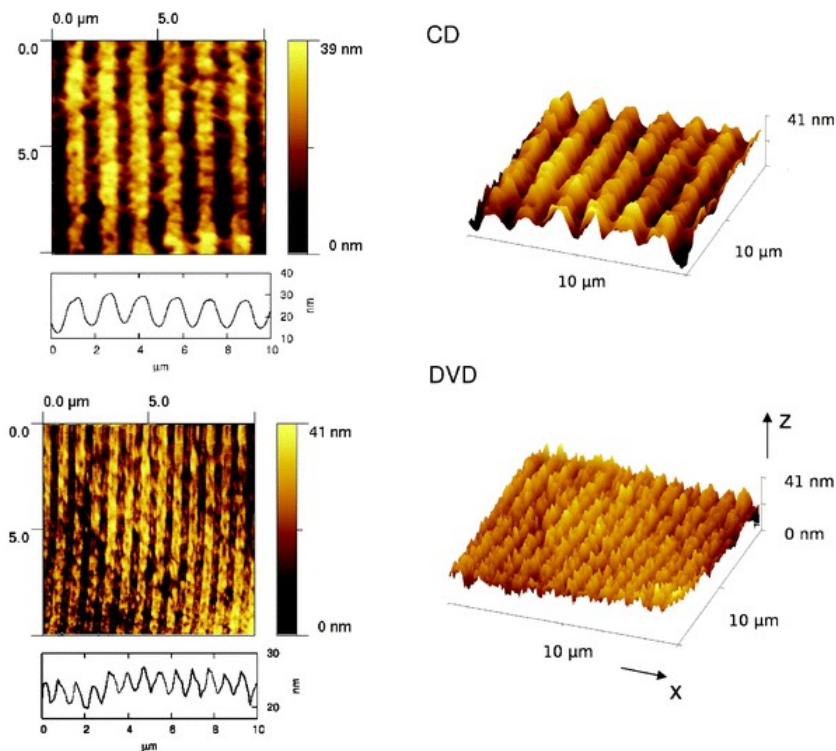


Нанорельеф.

На изображении представлены результаты исследования поверхности компакт диска (CD) и DVD методом атомно-силовой микроскопии. По данным этих исследований определите расстояние между дорожками и глубину (1 балл). Какую картину будет наблюдать ученик в отраженном свете на экране, если он посветит на поверхность дисков лазерной указкой? Угол падения считать близким к 0, длина волны излучения $\lambda = 630$ нм. Расстояние от диска до экрана 1 м. Схематически изобразить зависимость интенсивности от координаты (4 балла).



Nanorelief.

The image presents the results of studying the surface of a compact disk (CD) and digital versatile disk (DVD) using atomic force microscopy (AFM). Please, determine the distance between tracks and the depth, using the image (1 point). What picture will observe the student in the reflected light on the screen if he illuminates the surface of the discs with a laser pointer? The angle of incidence is considered to be close to 0, the wavelength of the laser pointer is $\lambda = 630$ nm. The distance from the disk to the screen is 1 m. Schematically depict the dependence of the intensity on the coordinate (4 points).

Решение:

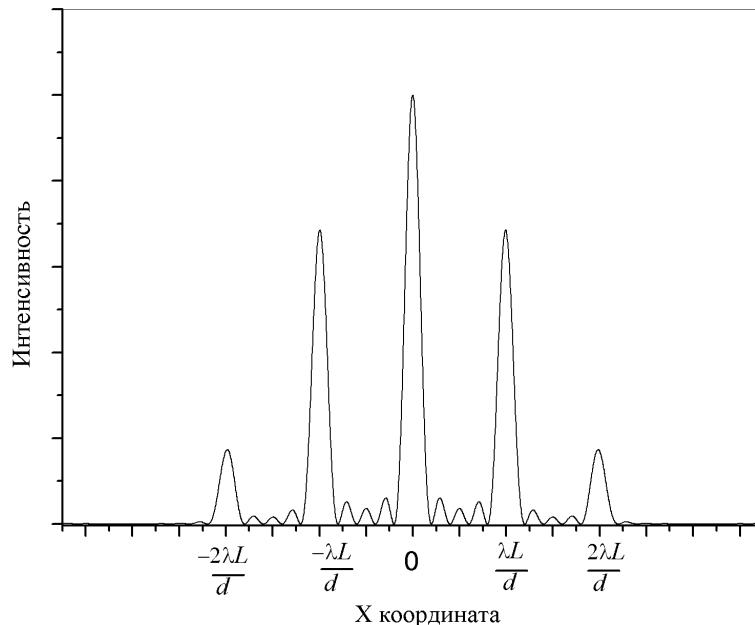
CD:

Расстояние между дорожками определяем из графика профиля поверхности CD:

$$d_1 = (8-2)/4 = 1,5 \text{ мкм}$$

Глубина дорожек:

$$\Delta h \approx 10 \text{ нм.}$$



CD и DVD диски представляют из себя дифракционные решетки с периодами d_1 и d_2 . Условие наблюдения главных максимумов: $d \sin(\varphi) = m \lambda$, где d период решетки, φ — угол наблюдения, m — порядок максимума, λ — длина волны. Поскольку синус не может быть больше 1, то в случае CD диска максимальное число пиков равно 5 (по 2 пика 1 и 2 порядка и 1 нулевого).

Расстояние от центрального максимума можно выразить как: $X = L \sin(\varphi) = \frac{m \lambda L}{d}$.

Для 1 пика $X = \frac{\lambda L}{d} = \frac{0,63 \text{ мкм} \cdot 1 \text{ м}}{1,5 \text{ мкм}} = 0,42 \text{ м}$, для 2-ого $X = \frac{2 \lambda L}{d} = 0,84 \text{ м}$.

Более точная формула: $X = L \tan(\varphi) = L \frac{m \lambda}{\sqrt{d^2 - (m \lambda)^2}}$,

которая для пика 1-ого порядка дает: $X = L \frac{\lambda}{\sqrt{d^2 - \lambda^2}} \approx 0,46 \text{ м}$,

для 2-ого: $X = L \frac{2 \lambda}{\sqrt{d^2 - (2 \lambda)^2}} \approx 1,54 \text{ м}$.

DVD:

$$d_2 = (9-2)/8 = 7/8 = 0,875 \text{ мкм}$$

Глубина дорожек: $\Delta h \approx 5 \text{ нм}$

Поскольку период меньше, то отношение λ/d становится близким к 1. С трудом можно наблюдать главные максимумы 1-ого порядка. Всего 3 (центральный + 2).

Для пика от DVD $X = \frac{\lambda L}{d} = \frac{0,63 \text{ мкм} \cdot 1 \text{ м}}{0,875 \text{ мкм}} = 0,72 \text{ м}$.

Точное выражение: $X = L \frac{\lambda}{\sqrt{d^2 - \lambda^2}} \approx 1,03 \text{ м}$

