

A Fény Nemzetközi Évéhez igazodva a kísérleti fordulóban optikai mérési feladatok voltak. Mindkét mérésben fényelhajlás (diffrakció) segítségével kellett tanulmányozni különböző struktúrákat, így a két feladathoz a (nagyon igényesen elkészített) mérési eszközök részben azonosak voltak. Emiatt a feladatokat csak meghatározott sorrendben lehetett elvégezni.

1. feladat: Diffrakció csavarvonal alakú szerkezeteken

A DNS kettős spirál alakjának felfedezését egy, a DNS molekuláról készült röntgendiffrakciós kép alapozta meg. A mérési feladatban ehhez hasonlóan diffrakció segítségével kellett csavarvonal alakú szerkezetek geometriai paramétereit meghatározni.

A mérési berendezés lézermódulból, mintatartóból, tükrökből (ezek segítségével a szűk helyen meghosszabbítható a fényút) és ernyőből állt, melyeket a mérés előtt gondosan be kellett állítani. A diffrakciós képen kialakuló kioltási helyek távolságát digitális tolmérővel lehetett leolvasni.

A feladat első felében egy nagyon vékony huzalból készült, apró csavarrugó volt a vizsgálat tárgya. A meghatározandó mennyiségek: a csavarrugó R sugara, P menetemelkedése és a rugót alkotó drót a átmérője. Merőleges irányból nézve a rugó vetülete egy cikcakkvonal, amely egyenértékű két olyan, egymással 2α szöget bezáró drótsorozattal, melyek párhuzamos helyzetű, egyforma vastagságú, egymástól d távolságra lévő drótszakaszokból állnak.

Az elmélet szerint egy a átmérőjű huzalon kialakuló diffrakciós kép intenzitáseloszlása (a ϑ diffrakciós szög függvényében):

$$I(\vartheta) = I(0) \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2, \quad \text{ahol} \quad \beta = \frac{\pi a \sin \vartheta}{\lambda}.$$

A középső folt ($\beta = \vartheta = 0$) fényes, a többi olyan irányban, amelyre $\sin \beta = 0$ (de $\beta \neq 0$) az intenzitás zérus, kioltás lesz. Ez alapján az intenzitáseloszlás n -edik minimumának ϑ_n szöge:

$$\sin \vartheta_n = \pm n \frac{\lambda}{a}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

Két párhuzamos, egymástól d távolságra lévő, ugyanolyan vastag dróton kialakuló diffrakciós kép két mintázat kombinációja (az egyetlen dróton való elhajlás és a két drót között kialakuló interferencia miatt). A kialakuló intenzitáseloszlás:

$$I(\vartheta) = I(0) \cos^2 \delta \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2, \quad \text{ahol} \quad \delta = \frac{\pi d \sin \vartheta}{\lambda} \quad \text{és} \quad \beta = \frac{\pi a \sin \vartheta}{\lambda}.$$

Az ernyőn a két, 2α szöget bezáró drótsorozat két, 2α szöget bezáró diffrakciós képet hozott létre, ebből α leolvasható volt. Mindkét diffrakciós képen megtalálhatóak voltak a drót átmérőjének és a drótok távolságának megfelelő kioltási helyek. Az előző összefüggés alapján is lehetett látni, hogy a diffrakciós képen a finom (apróbb) struktúrákhoz tartoznak a nagyobb távolságok és a durvább (nagyobb) méretekhez a kisebb távolságok. A leolvasott távolságokból grafikus ábrázolás és egyenesillesztés segítségével az a drótátmérőt és a d távolságot meg lehetett határozni, ezekből pedig a csavarvonal R sugarát és P menetemelkedését ki lehetett számítani. A (szabad szemmel alig látható) rugó drótátmérője $a = 0,15$ mm, sugara $R = 0,75$ mm, menetemelkedése $P = 0,9$ mm volt.

A feladat második felében egy, a DNS kettős spirálját modellező síkbeli struktúrát kellett vizsgálni. Itt az előző rész két jellemző távolsága (a és d) mellett egy harmadik (közepes) távolság is megjelenik, és így a diffrakciós képen is háromféle távolságot kellett felismerni és megmérni.