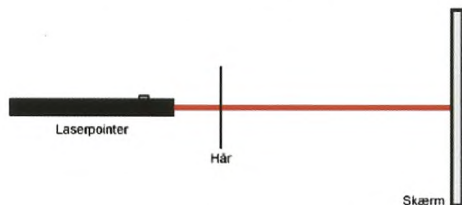


Fysikforsøg: Mål tykkelsen af et hår

Af Klaus Seiersen, Fysikbasen.dk. Redigeret af John Rosendal Nielsen, KVANT.

Det skulle ikke være så hår(d)t, at bestemme tykkelsen af et hår. Det kræver kun en laser og en hårfin lineal. Nok hårkløveri inden denne hår(d)nakkede snak går i hårdknude.

I fysikdata forsøg nr. 87 kan tykkelsen af et hår (eller en tynd snor eller ledning) måles ved at sende laserlys ind på håret. Derved skabes nemlig et diffraktionsmønster bestående af en lysende streg med mørke striber (se billeder længere nede på siden).



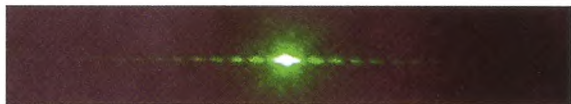
Figur 1. Sendes laserlys ind på et hår, skabes der et diffraktionsmønster, der kan bruges til at bestemme hårets tykkelse.

Hvis man ganske enkelt måler afstanden fra håret til projektionsskærmen samt afstanden fra centrum til en af de mørke striber, kan man udregne hårets tykkelse.



Figur 2. En metaltråd på 0,1 mm er sat fast med tape hen over åbningen på en laserpointer. I stedet for metaltråd kan man måle på tykkelsen af et hår.

Ifølge "Babinets Princip" vil diffraktionsmønsteret fra en smal spalte være det samme som for en smal skærm af samme tykkelse som spalten. Når man skal finde diffraktionsmønsteret fra et hår, kan man altså anvende de samme ligninger, som man udleder for diffraktionsmønsteret fra en smal spalte.



Figur 3. Diffraktionsmønster fra grønt laserlys (532 nm), der spredes på en 0,1 mm metaltråd. Ved at måle afstanden fra centrum til et af de mørke bånd kan man bestemme tykkelsen af tråden.

Betragter man bare den første, mørke stribe, så skal man først udregne vinklen ud til striben set fra håret. Mål afstanden fra håret til projektionsskærmen (l) samt fra centrum af diffraktionsmønsteret og ud til første mørke stribe (x). Vinklen ud til de mørke riller i diffraktionsmønsteret kan nu findes ud fra denne formel:

$$\tan \theta = \frac{x}{l} \quad (1)$$

Når vinklen θ kendes, kan man finde hårets tykkelse (w) ud fra laserlysets bølgelængde λ :

$$w = \frac{\lambda}{\sin \theta} \quad (2)$$

Forsøget er oplagt til elevforsøg, hvor eleverne måler hårtykkelser for hele klassen. Hvordan fordeler hårtykkelserne i klassen, og er der forskel mellem mørkt hår og lyst hår? Til formålet kan man for eksempel bruge programmet "laserWidth", der kan downloades i referencerne.

For at teste, at metoden rent faktisk virker, kan man starte med at måle på tynde ledninger eller metaltråd, der har en kendt tykkelse. Dermed kan eleverne kontrollere, at de forstår at udføre målingen korrekt og først derefter begynde at måle på hår og lignende af ukendt størrelse.

Som beskrevet i artiklerne i referencerne, kan man også bruge laserdiffraktion til at måle størrelser på andre genstande som for eksempel blodceller eller pollen.

Litteratur

- [1] C. Bowl: "Measurement of red blood cell diameters using a laser", Phys. Educ. bind **6**, 13 (1971). (<http://www.iop.org/EJ/journal/0031-9120>)
- [2] S.M. Curry and A.L. Shawlow: "Measuring the diameter of a hair by diffraction", Am. J. Phys. bind **42**, 412 (1974).
- [3] Y.P. Hwu: "Diffraction pattern of a hair", Am. J. Phys. bind **45**, 404 (1977).
- [4] T.B. Greenslade, Jr.: "Diffraction by a cat's whisker", The Physics Teacher bind **38**, 422 (2000). (<http://scitation.aip.org/tpt>)
- [5] Link til forsøg i database på University of Michigan. <http://www.physics.lsa.umich.edu/demolab/demo.asp?id=822>.
- [6] Link til forsøg i database på University of Iowa. <http://faraday.physics.uiowa.edu/optics/6C20.20.htm>
- [7] Download "laserWidth" (Program til beregning af hårtykkelse), <http://www.fysikbasen.dk/laserWidth-download.htm>