

Polariseret lys, optisk drejning og sukkerindhold

MORTEN LAURSEN, Nakskov Gymnasium og HF

Forsøg med polariseret lys og optisk aktivitet kan sagtens udføres som fysiks bidrag i et AT-forløb.

Her på Lolland dyrkes der masser af sukkerroer. Vi har naturligvis lavet et AT-forløb om sukker i 2g i efteråret 2006 i vores naturvidenskabelige studieretningsklasse, en papegøjeklasse med fysikA/kemiB, kemiA/fysikB, biologiC og historieA. Selvom man umiddelbart vil sige, at kemien er central, kan fysikken også bidrage på fornuftig vis. Jeg vil i denne artikel beskrive fysiks bidrag. I AT-forløbet blev fysik tildelt 4,5 klokke-timer eller 6 lektioner af 45 minutter, og eleverne skulle aflevere et skriftlig produkt svarende til 2 klokketimer elevtid. Da vi var interesseret i det rent faglige, blev produktet en almindelig rapport ikke en synopsis.

I fysik på mindst B-niveau vil det være naturligt at inddrage lysets brydning, men en interessant variant er at inkludere lysets polarisation. Begge emner kan behandles med udgangspunkt i eksperimenter. Lysets polarisation, og hvad man kan måle på, vil jeg beskrive lidt mere i detaljer i artiklen. En mere udførlig version med yderligere aktiviteter er givet på sitet: www.nakskov-gym.dk/fysik/la/optik_sound_webmappe/optik_5.htm.

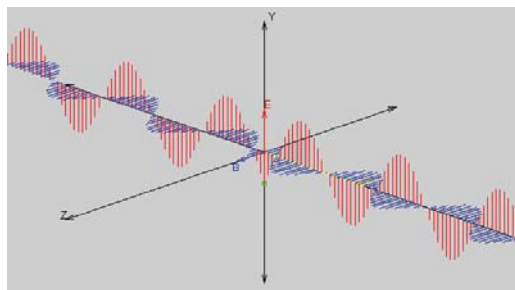


Fig. 1. Lys er elektromagnetiske bølger. På figuren udbreder bølgen sig i x-aksens retning, når den lille grønne bold bevæger sig op og ned ad y-aksen. Det elektriske felt E (rødt) svinger i y-retningen og det magnetiske felt B (blåt) svinger i z-retningen. Lyset er her liniært polariseret, da det elektriske felt svinger i xy-retningen.

Hvis vi alene var interesseret i sukkerindholdet i roer, kunne vi bare benytte et refraktometer til et par hundrede kroner og få en ret præcis måling. Det bygger på, at brydningsindexet for sukker og dets koncentration afhænger af hinanden. Ifølge vejledningen til refraktometret skulle der være proportionalitet mellem de to størrelser. Hvorfor, ved jeg ikke, jeg har ikke kunnet finde det i fysikbøger eller på nettet. Jeg hører gerne fra andre.

I forløbet blev eleverne inddelt i grupper, og hver gruppe skulle først fremstille så nøjagtigt så muligt et par liter sukkeropløsninger på hhv. 10%, 20% og 30% efter vægt til brug i kemi og fysik. Refraktometret kan måle sukkerprocenter op til 32% svarende til 47 gram sukker opløst i 100 mL vand. Med refraktometret testede jeg, at elevernes opløsninger var OK. En værdi på f.eks. 20,2% blev accepteret. I stedet for vægtprocent kan man benytte det såkaldte brixtal. Opløses f.eks. 10 gram sukker i 90 ml vand, siges brix-tallet at være lig 10.

Grupperne undersøgte herefter brydningsindex for hver af disse opløsninger, inklusive vand uden sukker, ved hjælp af et glaskar med opløsningen og en laserpointer. Vi kunne desværre ikke fastlægge en lineær sammenhæng mellem brydningsindex og sukkerkoncentration, men kun kvalitativt se, at de to størrelser voksede med hinanden. Glaskarrene drillede os, fordi siderne på karret krummede, så min anbefaling til andre der vil prøve, benyt kar af plexiglas der ikke har dette problem.

Polariseret lys

For at forstå dette fænomen kan man benytte en kendt animation af kineseren Fu-Kwun Hwuang, der viser udbredelsen af en elektromagnetisk bølge, se figur 1 fra www.toender-gym.dk/mbs/fysik/ntnujava/emWave/emWave.html.

En EM-bølge består af et elektrisk felt, der i hans animation svinger i xy-retningen. Da det elektriske felt svinger i en bestemt plan, siger vi, at lyset er planpolariseret eller lineært polariseret. Det er kun det elektriske felt, der har betydning i forbindelse med lysets polarisation. Magnetfeltet

svinger i øvrigt i takt med det elektriske, men blot i xz-retningen i stedet. Normalt er lys upolariseret, og det elektriske felt vil svinge i alle mulige retninger. Upolariseret lys kan altid opløses i to lineært polariserede retninger.

Man kan let polarisere lys ved at anbringe en såkaldt polarisator foran lyskilden, se figur 2. Det kendes fra polaroidbriller eller polarisationsfiltre til et SLR-kamera, hvor man kan fjerne utilsigtede reflekser. Anbringes yderligere en polarisator bagved, kan lyset helt slukkes hvis de to polarisatorer er vinkelret på hinanden. Prøv at iagttage urskiven på et digitalt ur med en polarisator. Når polarisatoren drejes 90°, vil skærmen se sort ud! Det skyldes at mange skærme – herunder fladskærme – er såkaldte LCD-skærme (Liquid Crystal Display) og disse er lineært polariserede.

Prøv endvidere med et stykke krystal af typen "dobbeltpat", som udviser dobbeltbrydning. Det viser sig, at de to brudte stråler med hver sit brydningsindex er polariserede, og ved at benytte en polarisator kan man fjerne den ene. Drejer man polarisatoren 90°, vil man se den anden stråle!

Optisk aktivitet

Nogle stoffer som sukker vil ændre polarisationsplanet. Det kaldes for optisk aktivitet og kan benyttes til at bestemme koncentrationen i sukkerroer, se figur 3. Der gælder følgende formel:

$$\alpha = \alpha_s \cdot c \cdot L \quad \text{OPT(5.1)}$$

Her er α den vinkel, den optiske akse er drejet, α_s er den specifikke optiske drejning, c er koncentrationen, og L er længden af kassen.

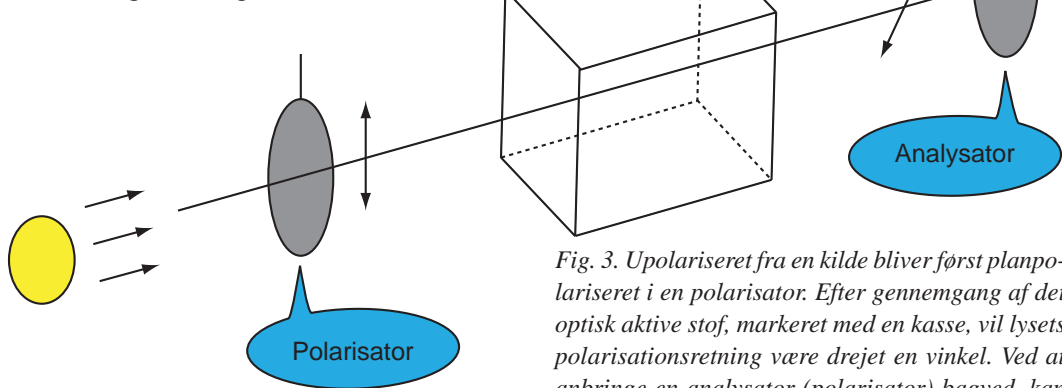


Fig. 2. Et par polarisationsfiltre indkøbt fra firmaet Frederiksen, www.sflab.dk. Hvis de to filtre ligger på samme måde, vil kun den ene af lysets polarisationsretninger fjernes, men hvis det ene filter drejes 90°, så fjernes begge polarisationsretninger, og lyset kan ikke trænge igennem.

De samme grupper har nu undersøgt med et polarimeter – som kemikerne gerne stiller til rådighed – formelen OPT(5.1) ovenfor. Der blev først benyttet almindeligt vand, hvori laserlys blev sendt igennem bunden. Polarimetret blev drejet, til der ikke trængte lys igennem. Hver af opløsningerne blev nu testet med to forskellige længder og var smukt i overensstemmelse med OPT(5.1). Herefter kan den specifikke optiske drejning bestemmes.

Fig. 3. Upolariseret fra en kilde bliver først planpolariseret i en polarisator. Efter gennemgang af det optisk aktive stof, markeret med en kasse, vil lysets polarisationsretning være drejet en vinkel. Ved at anbringe en analysator (polarisator) bagved, kan man dreje denne, indtil lyset bliver slukket. Dette arrangement kaldes for et polarimeter.