

Tekst og bilder: Nils Kr. Rossing, Skolelaboratoriet ved NTNU

Additiv fargeblanding og fargede skygger

Denne artikkelen ser nærmere på blanding av lys med ulike farger og fargede skygger. Ved hjelp av RGBH-lykta, som er beskrevet annet sted i bladet, kan vi gjenskape enkle varianter av fargede skygger.

Newton oppdagelse

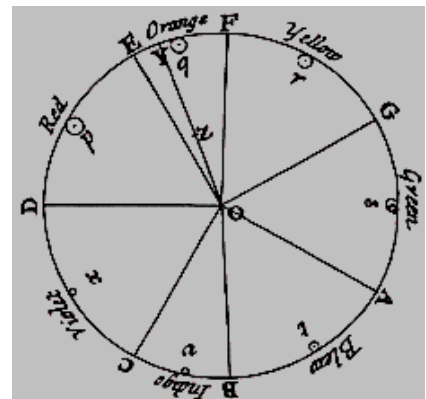


I 1665 skaffet **Isaac Newton** (1642–1726) seg et glassprisme og gjorde sitt kjente forsøk hvor han slapp en smal lysstripa inn på prismet og fikk et avlangt fargespekter på veggen (figur til venstre¹). Først ble han forundret over spekterets langstrakte form, men skjønnte etter hvert at dette skyldtes at det hvite lyset ble spaltet opp i sine enkelte fargekomponenter som ble ulikt avbøyd. Siden det røde lyset ble avbøyd minst og det fiolette lyset avbøyd mest, fikk spekteret den langstrakte formen (figuren til

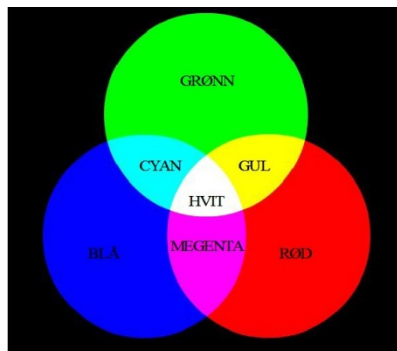


høyre (D'Agoty 1752)). Newton hadde en forestilling om at lys var partikler med masse. De "røde" partiklene hadde størst masse og ble derfor avbøyd minst, mens de fiolette hadde minst masse og ble dermed avbøyd mest. Noe som harmonerte godt med hans mekaniske verdensbilde.

Siden sju var et hellig tall, slo han fast at spekteret inneholdt sju farger (rødt, oransje, gult, grønt, blått, indigo og fiolett). Han forsøkte også å spalte opp lyset ytterligere ved å sende én av fargene i spekteret inn på et nytt prisme for så å se hva han da fikk, men enkeltfargene lot seg ikke ytterligere spalte opp så langt han kunne se. Han kom derfor fram til at hvitt lys består av de nevnte sju fargene og at alle sju måtte være tilstede for å gi et rent hvitt lys. Med utgangspunkt i denne kunnskapen organiserte han fargene i en fargesirkel (figur til høyre (Newton 1704)). Hvor han så for seg at der alle fargene møttes i midten oppsto hvitt.



Det tok ikke lang tid etter at Newton hadde publisert sine funn i 1671, før han ble kontaktet av den Nedrlandske fysikeren **Christian Huygens** (1629–1695) som påsto at han bare trengte to farger for å få hvitt lys. Dette falt Newton tungt for hjertet og han skrev tilbake at en aldri kunne få ordentlig hvitt lys med mindre man hadde alle sju fargene tilstede. Likevel modererte han seg noe mot slutten av livet og var ikke så skråsikker lenger.



Additiv fargeblanding

I dag bruker vi de tre lysfargene rød, grønn og blå for å blande oss fram til neste alle tenkelige farger. Dette forutsetter at vi fritt kan endre metningsgraden for de tre fargene. Disse kalles *primærfargene* for *additiv fargeblanding*, eller blanding av farget

¹ "Let there be light" Tresnitt fra 19-hundretallet (c) Gemeinfrei (Public domain)

lys. Dersom vi tar en rød, en grønn og en blå lysstråle og lar disse overlape som vist på figuren til venstre (PCCL 2005 - 2015), så vil vi få tre blandingsfarger som dannes av grønt og blått, rødt og blått og rødt og grønt. Disse kalles *sekundærfargene* for *additiv fargeblanding* og har fått navnene *cyan*, *magenta* og *gult* (Cyan, magenta og gul regnes som primærfargene for blanding av pigmenter (maling)). Vi legger også merke til at vi får hvitt når vi blander alle tre. Vi skal nå vise tre måter å lage additiv fargeblanding på i klasserommet.

LED Lencer P3

LED Lencer P3 er en liten, men kraftig LED lykt som har den spesielle egenskapen at lysstrålen fra lykta kan



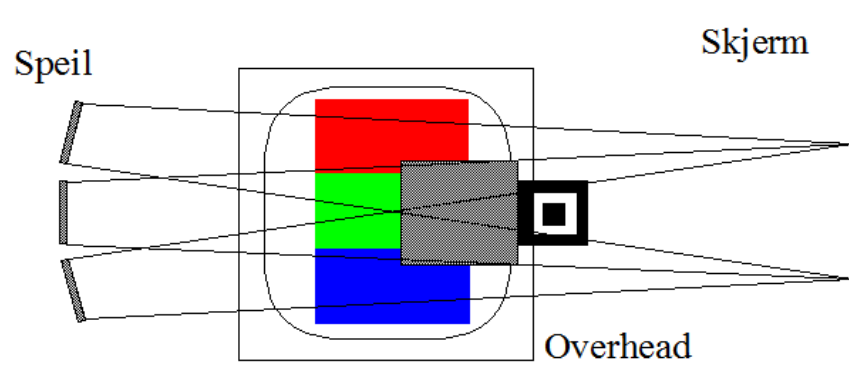
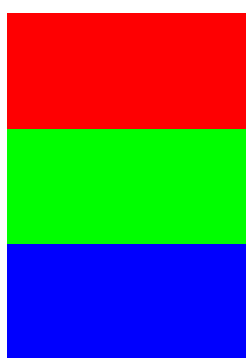
samles i en relativt

homogen lyssirkel med skarpe kanter². Normalt leverer lykta hvitt lys, men det er lett å skru av fronten å legge inn et lysfilter av den typen man f.eks. kan kjøpe hos et læremiddelfirma. Bildet til venstre viser tre LED Lencer P3 med rødt, grønt og blått filter. Bildet er tatt mot døra på en fryseboks i et mørkt rom. Bildet yter ikke blandingsfargene full rettferdighet. Et billigere alternativ er Cree Q5-WC, denne gir ikke så skarpe sirkler, men er fullt ut akseptabel³.



Overhead

En meget billig og enkel måte å eksperimentere med additiv fargeblanding er å bruke en gammeldags overhead projektor. Bruk Word eller et enkelt tegneprogram og lag en overhead transparent med store fargede felter i rødt, grønt og blått (under til venstre). Skriv ut transparenten på en fargeskriver og legg den på overhead projektoren. Snu projektoren mot klassen og gi tre elever i oppgave å "fange" hver sin farge med et speil slik at speilbildet av "sin" farge vises på en hvit vegg eller en white board. La speilbilder med forskjellige farger overlape slik at fargene blandes.

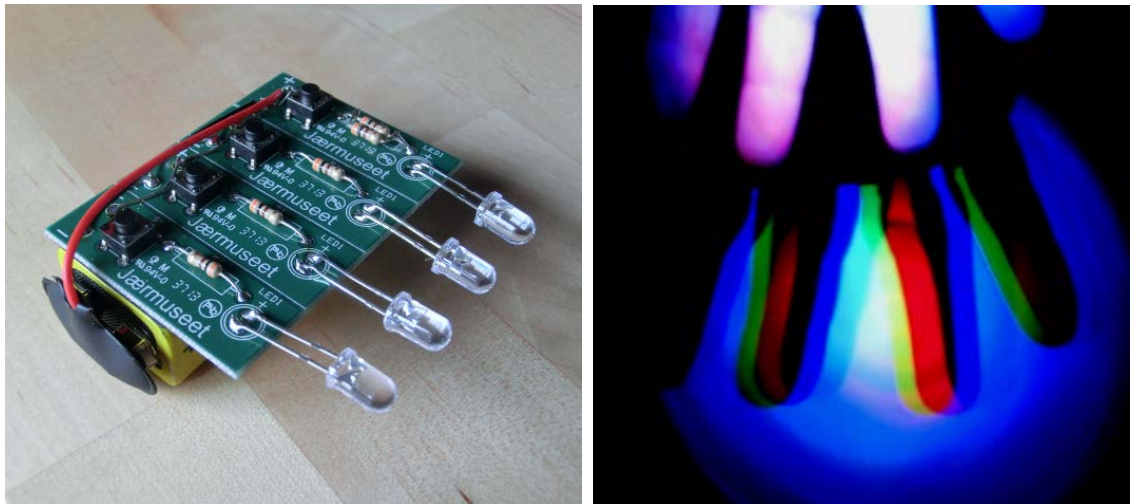


RGBH LED-lykt

² Billigste LED Lencer P3 salg i Norge er hos www.verktøy.no til kr. 158,- (<http://www.verktøy.no/stavlykt-nokkelring-led-lencer-p3>)

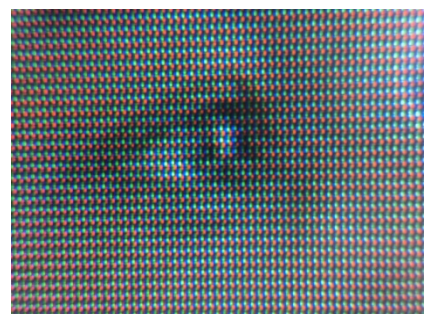
³ Cree Q5-WC 300-Lumen LED Lommelykt med Zoom er et godt alternativ som selges av Kult og Billig til kr. 68,00 (<http://kultogbillig.no/Sport-og-Fritid/lommelykt/Cree-Q5-WC-300-Lumen-LED-Lommelykt-med-Zoom>)

En RGBH LED-lykt består av fire lysdioder med fargene rød, grønn, blå og hvit (beskrevet annet sted i bladet) . Lysdiodene orienteres slik at de overlapper på den måten kan man se blandingsfargene cyan, magenta og gul når fargene blandes to og to. Til høyre på bildet under ser vi hvordan en ved hjelp av lykta kan framkalle skygger med sekundærfargene. Siden lysdiodene er plassert til side for hverandre, så vil det oppstå ulike blandinger.



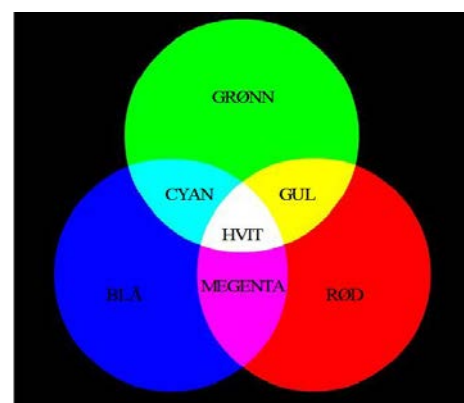
Det hvite området er der hvor vi ikke har noen skygger, der overlapper alle tre primærfargene. I det svarte området skygger fingrene for lyset fra alle fargene, rød, grønn og blå. Der fingrene skygger for rød og blå får vi en grønn skygge. Der fingrene skygger for blå og grønn får vi en rød skygge. Der fingrene skygger for rød og grønn ser vi en blå skygge. Der fingrene bare skygger for rød får vi en cyan skygge som er en blanding av blå og grønn. Der fingrene bare skygger for blå får vi en gul skygge som er blanding av rød og grønn, og der fingrene bare skygger for grønn får vi en magenta skygge som er en blanding av blå og rød.

Additiv fargeblanding får vi når vi blander lysfarger. Utgangspunktet er en ubelyst vegg som vil oppfattes svart. Dersom vi legger til (adderer) lys med de tre primærfargene rød, grønn og blå, vil vi etter hvert få hvitt. Vi trenger derfor ikke et kontinuerlig lysspekter med alle fargene for å få hvitt. Vi trenger heller ikke Newtons sju farger for å få hvitt. Vi trenger kun mettede farger av rød, grønn og blå. Dersom vi reduserer metningen i de tre primærfargene vil vi kunne blande oss fram til de fleste fargene. Det er dette vi utnytter i fargeskjermer på PC'er og TV'er, hvor hvert bildepunkt er satt sammen av røde, grønne og blå felter med variabel lysstyrke (se bildet over).



Komplementære farger

Men Huygens påsto at han klarte å lage hvitt lys ved **hjelp av bare to farger**. For å forstå hva Huygens gjorde så må vi se på de tre kryssende fargesirklene (figuren til høyre (PCCL 2005 - 2015)). Her ser vi at gul og blå gir hvitt. Men gul er satt sammen av rødt og grønt vil noen si, hvilket er riktig. Men gul kan også eksistere som en ren farge som ikke er blandet



(monokromatisk gul). Når to lysfarger blandes og vi ser hvitt, så sier vi at disse fargene er *komplementære*. Fra figuren til høyre ser vi at også grønn og magenta er komplementære farger, likeså rød og cyan. Alle disse danner hvitt lys når de blandes. Det er faktisk øyet vårt som definerer hva som er komplementære farger.

Kanskje har vi alle litt forskjellige komplementære fargepar, bestemt av egenskapene ved vårt øye. Hvem vet?

Referanse: Rossing, N.K. (2012) *Illusjoner - du tror det ikke når du har sett det*, ViT forlag 2012

Newton, I (1704) *Optics*, 1704

D'Agoty, G. (1752) *Observations l'Histoire Naturelle*, 1752

PCCL (2005 - 2015), Physics and Chemistry by Clear Learning,
http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/optics_interactive/additive_color_model_mixing_synthesis.htm