

Forståelsen af Iys

A

abcdefghijklmnopqrstu
vwxyz ABCDEFGHIJKL
MNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstu
vwxyz ABCDEFGHIJKL
MNOPQRSTUVWXYZ

D

K

abcdefghijklmnopqrstu
vwxyz ABCDEFGHIJKL
MNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstu
vwxyz ABCDEFGHIJKL
MNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstu
vwxyz ABCDEFGHIJKL
MNOPQRSTUVWXYZ

Fysiske forhold.

LYSET.

Gennem tiderne har der været udviklet mange teorier om, hvad lys er. Newton mente, at lyset består af småpartikler, der bevæger sig med meget stor hastighed. Chr. Huygens fremsatte teorier om, at lyset er en bølgebevægelse. H. Hertz bekræftede senere nogle af Maxwell opstillede teorier om at lyset er en elektromagnetisk bølgebevægelse.

Ud fra et elektromagnetisk synspunkt skyldes al strålingsenergi bevægelser af ladede partikler, fx er det for lysets vedkommende bevægelser af elektronerne i de yderste baner af atomet.

Men medens denne elektromagnetiske bølgeteori kan forklare fænomener som fx udbredelsen af strålingen og mange optiske fænomener, kan man ikke på grundlag af denne forklare bl.a. effektfordelingen i strålingen fra glødende legemer.

Max Planck fremsatte derfor i begyndelsen af dette århundrede sin såkaldte "kvanteteori", efter hvilken energi ikke kan udstråles kontinuerligt, men i portioner(kvanter). Af forskellige årsager er der grund til at antage, at den kontinuerlige energi må være i bølgen selv, og at kvanterne er til stede i bølgen som et separat "væsen". Derved vil strålingen blive som en strøm af kvanter, kaldet "fotoner", snarere end en bølge.

Til almindelig anvendelse vil det dog lettest at beskrive lyset som en elektromagnetisk bølgebevægelse, hvilket vil sige, at lyset får sin plads imellem de øvrige elektromagnetiske strålinger.

Disse forskellige elektromagnetiske strålinger angives normalt ved deres bølglængde, der for lysets vedkommende måles i nanometer eller Ångström (1 nanometer er 10^{-9} meter, 10 Ångström = 1nm.)

Det elektromagnetiske spektrum.

Elektromagnetiske svingningers bølglængder spænder over et stort område. Svingningerne med de korteste bølglængder kender vi som gamma og røntgen stråler. Efterhånden som vi øger bølglængden, går vi igennem de frekvensområder, der benyttes til SHF, UHF, VHF, kort-, mellem- og langbølgeradiofoni.

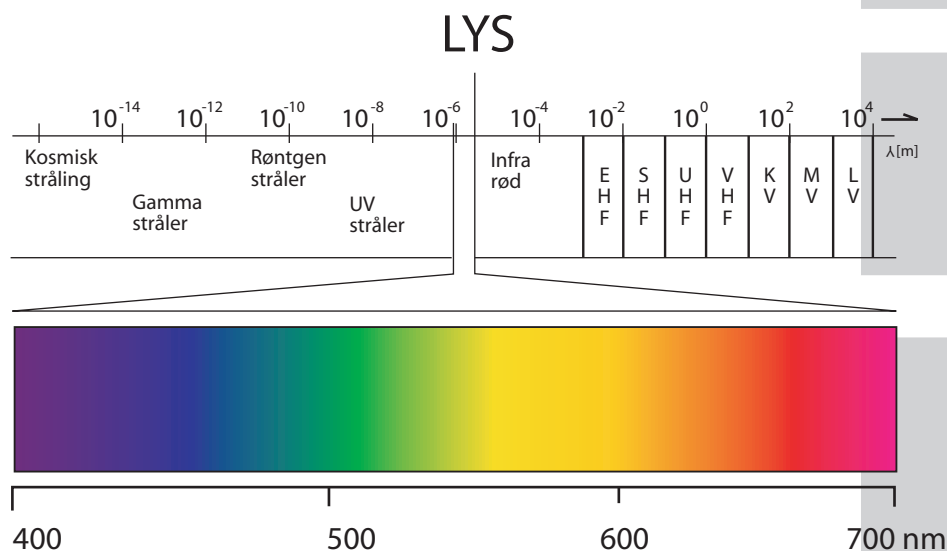


Fig. 1 Frekvensspektrum

I et smalt område i dette frekvensspektrum, nemlig området fra ca. 380nm til ca. 780nm er svingningerne i stand til at påvirke vort øje, så vi får en opfattelse af lys. Øjet påvirkes forskelligt, afhængigt af svingningernes bølglængde, de forskellige

bølgelængder inden for dette område opfattes som lysindtryk af forskellig farve. De korteste bølgelængder giver et synsindtryk af violet, medens de længere bølgelængder giver et synsindtryk, der kaldes rødt. Imellem disse yderpunkter findes alle spektrets farver, rød, orange, gul, grøn, blå og violet. Stråler, hvis bølgelængder ligger i området ca. 250-380nm betegnes som ultraviolette, De opfattes ikke som lys af øjet, men kan skade dette. De virker brunende på hudens pigment. Stråler hvis bølgelængde ligger i området ca. 780-850nm kan heller ikke ses af øjet, men kan mærkes af huden som varme. Denne stråling kaldes Infrarød.

Fremstilling af lys.

Lys kan fremstilles på mange forskellige måder, med i alle tilfælde opstår lysudsendelsen ved, at der tilføres atomer en eller anden form for energi, der ændres til en energi-udsendelse i form af stråling, hvoraf en større eller mindredel er synlig.

Energitiførelsen kan ske på forskellige måder, af hvilke de mest anvendte er:

Ved opvarming.

Ved bombardement med elektroner eller andre atomdele.

Ved bombardement med elektromagnetisk stråling (bombardement med fotoner).

Ved vekslende elektrostatisk påvirkning.

Spektre.

Hvis man lader et strålebundt af sollys, der indeholder lys af alle bølgelængder, passere et glasprisme, vil den del af lyset, der har mindste bølgelængde (violet), afbøjes mest ved gennemgangen af prismet, medens den del med den største bølgelængde (rødt) afbøjes mindre. På denne måde kan man "dele" lyset op i dets forskellige bølgelængder og få dannet det, man kalder et spektrum.

Sollyset er en af de lyskilder, der giver hvidt lys, idet det indeholder udstråling af samtlige bølgelængder indenfor det synlige område, og energifordelingen for dette område er relativt ensartet.

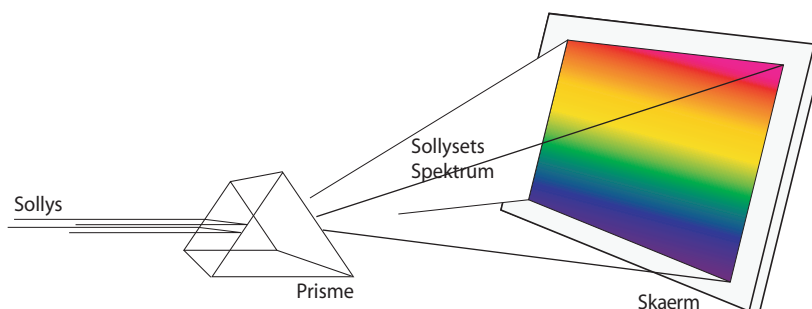


Fig. 2 Frembringelse af farvespektrum

Grafik [LITE]COM A/S

Man kan dele spektret op i to forskellige typer: "kontinuerlige spektre" og "liniespektre".

Kontinuerlige spektre.

I disse er – i det mindste over en del af spektret – alle bølgelængder repræsenteret. Sådanne spektre fås ved opvarmning af faste stoffer og er derfor typiske for det lys, der frembringes ved temperaturstrålere.

Som eksempel på et kontinuerligt spektrum er på næste side i fig. 3 foroven vist spektret for en Wofram-glødetråd.

Andre stoffer kan på anden måde bringes til at udsende lys med et kontinuerligt spektrum, som fx fluorescerende stoffer.

Liniespektre.

Disse består af en række linier på enkelte bølgeområder indbyrdes adskilt ved områder, i hvilke der ingen stråling er.

Når fri elektroner befinder sig i elektrodemellemrummet i en elektrisk udladning,

eller når elektriske gnister springer over mellem to elektroder, og der sker en fordampning af elektrodeometallet, udsendes der lys, der har et linespektrum. Linespektre udsendes fortrinsvis af grundstofferne, når det pågældende stof befinder sig i luft- eller dampform. Eksempler på forskellige linespektrefindes på næste side.

Hvidt lys.

Hvis man vil måle en lyskildes energifordeling, kan man lade dens lysstråler passere gennem et prisme. Ved at placere en velegnet fotocelle og tilhørende instrument i hver enkelt del af spektret, kan man måle den relative energifordeling inden for hele det synlige område.

"Hvidt lys" fra forskellige typer lyskilder vil have forskellige energikurver. Sollysets energikurve er relativt ensartet, men lys fra glødelamper udstråler størst energi i det røde område, og energien aftager i det blå område.

Et lysstofrør spektralkarakteristik udviser nogle kraftige spidser ved ganske bestemte bølgelængder. Disse spidser fremkommer, fordi lysstofrørets lys opstår ved elektriske udladninger i en gasart (sædvanligvis kviksølv).

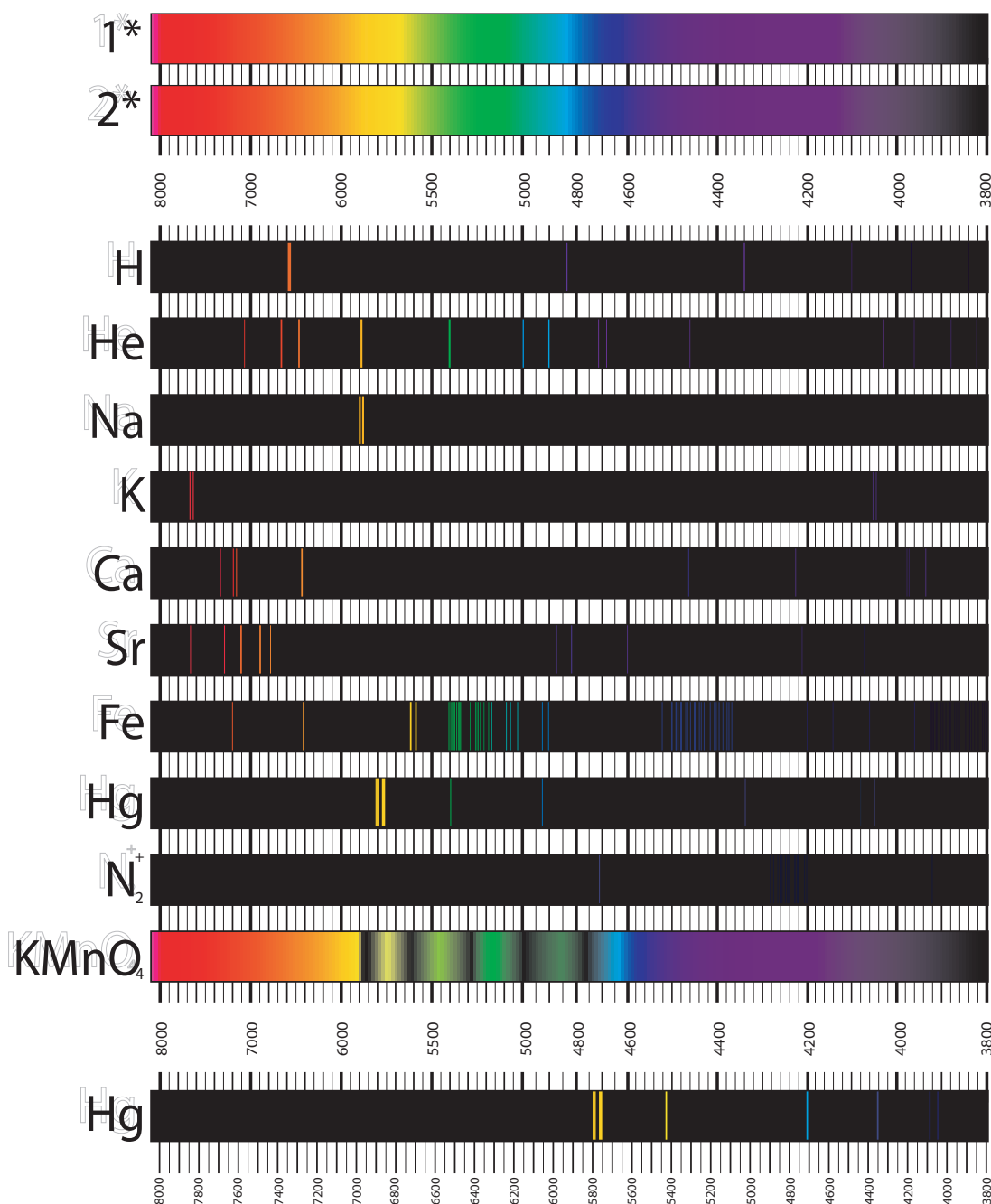
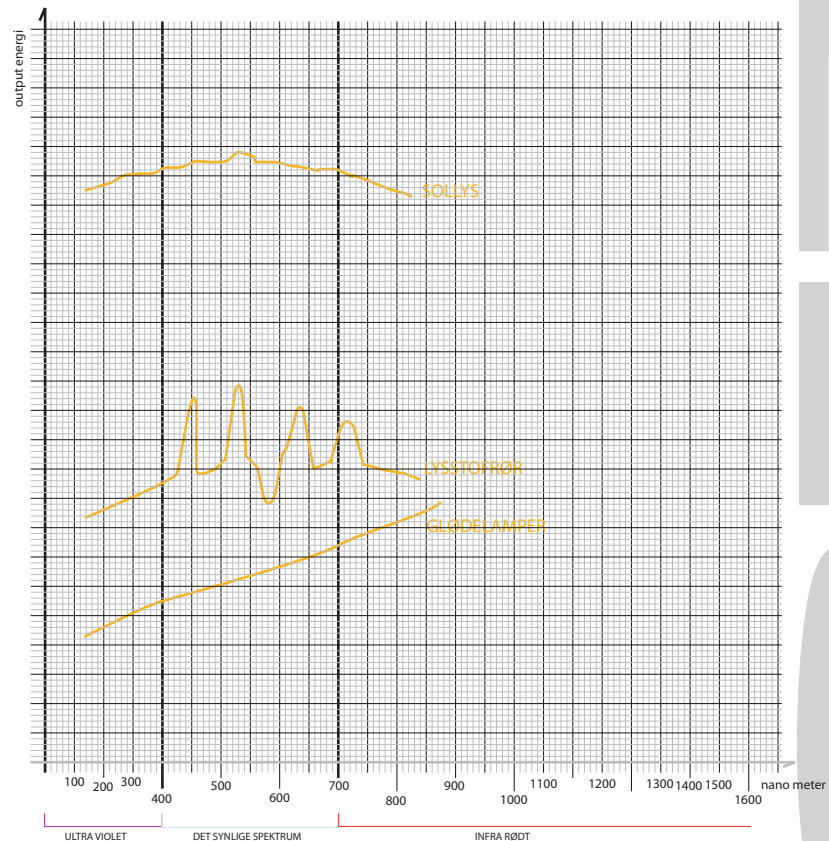


Fig.3 Linespektre og kontinuerligt spektrum
1* og 2* Er kontinuerligt spektrum for glødelys og sollys.
Skalaen er opdelt i enheder af Ångström; 10Å = 1nm

Grafik [LITE]COM A/S

Man kan af spektraltavlen fig. 3 se, at kviksølv (Hg) har et linesspektrum med frekvenserne 408nm, 435nm, 490nm, 540nm og 580nm.



Tal på x- og y-aksen er manipuleret, derfor bør du være opmærksomhed på afstanden i koordinatopdelingen og kun tage grafen som et udtryk for den tendens der beskrives, og ikke som et videnskabeligt faktum.

Fig 4 Spektralkurver for forskellige lyskilder
Grafik [LITE]COM A/S

Ved at belægge lysstofrørets indvendige side med fluorescerende materiale kan kurvens spidser udjævnes, og man kan ved at benytte forskellige typer af fluorescerende materialer fremstille lysstofrør, hvis spektralkurver kan tilnærmes kurverne for glødelys og dagslys.

Betegnelsen "Hvidt lys" er derfor et ret svævende begreb, idet dette jo strækker sig fra sollys, hvis hvidhed er afhængig af flere faktorer, til lys fra forskellige former for elektrisk lys.

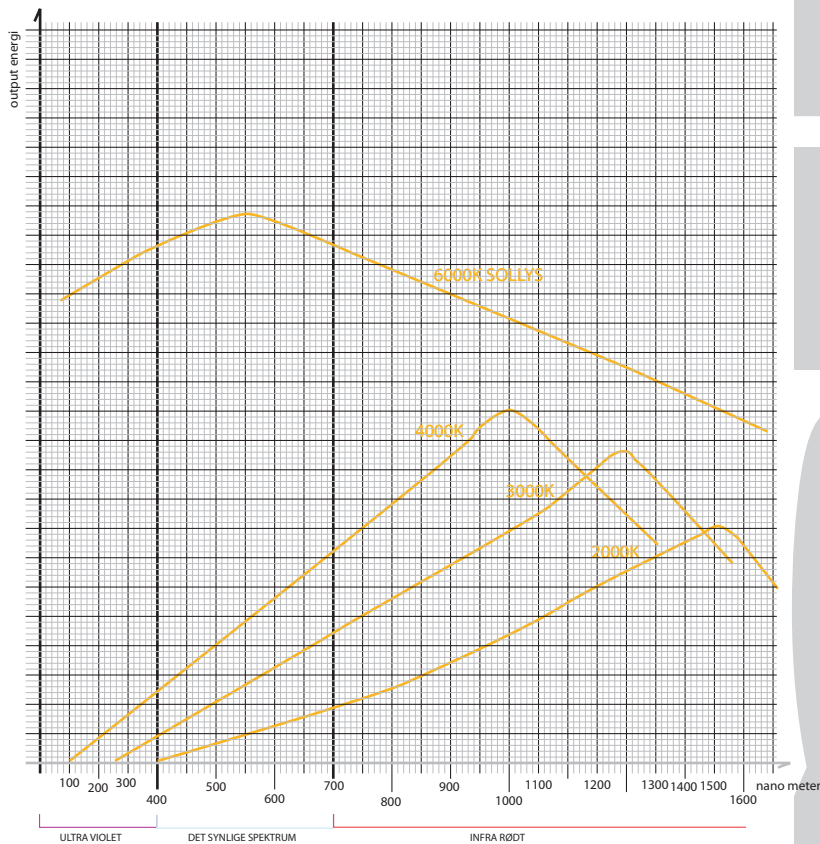
Man har derfor vedtaget nogle standarder for "HVIDT LYS":

- Standardtype A: Glødelamper med en farvetemperatur på 2850K.
- Standardtype B: Standardtype A lys filtreret til en farvetemperatur på 4900K, svarende til direkte sollys.
- Standardtype C: Standardtype A lys filtreret til en farvetemperatur på 6700K, svarende til dagslys som en blanding af sollys og himmellys.
- Standardtype D: Standardtype A lys filtreret til en farvetemperatur 6500K. Benyttes i Europa som standard-hvidt for farve-TV modtagere og monitorers billedrør.

For at kunde kendetegne disse lystyper har vi benyttet en angivelse af lysets farvetemperatur. (K = Kelvin grader)

Farvetemperatur.

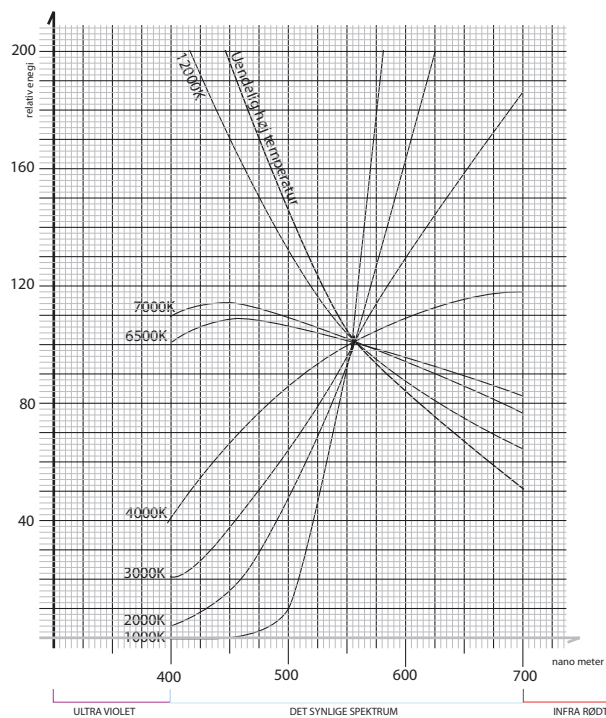
Hvis man tager et sort legeme og opvarmer det, vil det lidt efter lidt begynde at blive lysende. Først vil lyset være meget mørkerødt, senere gulligt, og ved meget høje temperaturer vil lyset være hvidt og til sidst blåhvidt. Ved at optegne spektralenergi kurverne ved forskellige temperaturer kan man se, at kurvernes maksimalværdier forskyder sig henimod de kortere bølgelængder, efterhånden som man øger legemets temperatur.



Tal på x- og y-aksen er manipuleret, derfor bør du være opmærksomhed på afstanden i koordinatopdelingen og kun tage grafen som et udtryk for den tendens der beskrives, og ikke som et videnskabeligt faktum.

Fig 5 Spektralkurver for et "sort legemes" udstråling ved forskellige temperaturer. Grafik [LITE]COM A/S

Når en lyskildes farve er den samme (eller omtrent den samme) som et sort legemes ved en bestemt absolut-temperatur, for eksempel ved 3000K, så siger man at lyskildens farvetemperatur er 3000K. Ved den "absolutte-temperatur" forstås temperaturen målt ud fra det absolutte nulpunkt, der ligger ved -273C grader. (absolut-temperatur i K = Celsiustemperaturen +273C). Selvom en lyskilde har en farvetemperatur på 3000K, vil det ikke nødvendigvis være sådan, at lampens virkelige temperatur er 3000C. For eksempel kan et lysstofrør have en farvetemperatur på 6000K, og røret bliver dog ikke varmere end man let kan holde på det uden at brænde sig. (Farvetemperatur er altså udelukkende en farvespecifikation).



Tal på x- og y-aksen er manipuleret, derfor bør du være opmærksomhed på afstanden i koordinat-opdelingen og kun tage grafen som et udtryk for den tendens der beskrives, og ikke som et videnskabeligt faktum.

Fig. 6 Relative spektralfordelingskurver (Planckske kurver)

Grafik [LITE]COM A/S

Farvegengivelse.

Så længe man kun anvendte temperaturstrålere til kunstig belysning, var spørgsmålet om farvegengivelse almindeligvis ikke noget større problem for lysteknikere.

Lyskilder med kontinuert spektrum kan principielt gengive alle farver – om end ikke lige godt.

Ved indførelsen af de (med hensyn til lysudbytte) mere økonomiske udladningslamper og det samtidigt stigende krav til lyskomfort og kvalitet dukkede en række nye problemer op. Dette skyldtes først og fremmest disse lyskilders udpræget diskontinuerte spektrum.

En af forudsætningerne for, at man kan se en vis farve på en genstand, er, at stråling med den pågældende farves bølglængde findes i det lys, hvori genstanden betragtes. Vi vil senere under afsnittet "Farveblending" se, at stråling af enhver spektralfarve synsmæssigt kan efterlignes ved blanding af stråling med nabo spektralfarver. Dette betyder i virkeligheden, at man kan tænke sig en lyskilde, der i stedet for en kontinuert stråling udsender et linespektrum ved bølglængder, som med passende små intervaller er fordelt over hele det synlige område. Hvis effektfordelingen mellem de enkelte linespektre er nogenlunde rimelig, vil lyskilden – selv med et begrænset antal spektrallinier – på øjet virke som en kontinuert stråler, også med hensyn til farvegengivelse.

Den internationale belysningskommission: CIE (Commission Internationale de l'éclairage) har i 1948 vedtaget en metode til sammenligning af forskellige lyskilders kvalitet med hensyn til farvegengivelse.

Efter denne metode inddeles det synlige spektrum i 8 bånd:

Bånd 1:	380-420nm	kortbølge. Violet
Bånd 2:	420-440nm	Blå-violet
Bånd 3:	440-460nm	Blåt
Bånd 4:	460-510nm	Blå-grønt
Bånd 5:	510-560nm	Grønt
Bånd 6:	560-610nm	Gult
Bånd 7:	610-660nm	Orange
Bånd 8:	660-670nm	Rødt

For de lyskilder, som skal sammenlignes, bestemmes herefter den procentiske andel af den samlede lysudsendelse i hvert af disse bånd. To lyskilder, som har samme procentiske fordeling af lyset i de 8 bånd, vil da have tilnærmelsesvis samme farvegengivelse, selv om de spektrale fordelingskurver i øvrigt er ret forskellige.

I nogle fabrikanter lyskildedataloger opgives denne fordeling i %-fordeling i de 8 bånd. Oplysninger af denne art er værdifulde for specialister, men da den ikke siger almindelige brugere ret meget, har CIE arbejdet videre med problemet, og i 1965 vedtog man at gå ind for den såkaldte farvetestmetode, der i korthed går ud på følgende.

8 stk. standardiserede farvede genstande (i det væsentlige svarende til de nævnte 8 spektralbånd) belyses med henholdsvis prøvelyskilden og med en Planck-stråler. Ved en Planck-stråler forstås en lyskilde, som i det synlige område følger de planckske kurver med hensyn til effektfordeling.

Ved hjælp af forskellige farvemåleudstyr kan man bestemme farvegengivelsen i hver af de to belysninger. Ved hjælp af forskellige farvemåleudstyr kan man bestemme farvegengivelsen i hver af de to belysninger. Ved hjælp af måleudstyret angives farveligheden for hver af de 8 farver ved en tal angivelse mellem 0 og 100, idet 100 svarer til fuld overensstemmelse mellem de målte værdier ved de to forskellige belysninger.

For lyskilden som helhed opgives et farvegengivelsesindex: Ra, som er middeltallet af de fundne 8 værdier.

I nedenstående tabel er anført farvetemperatur og Ra-værdier for nogle lysstofrør af fabrikatet Philips, og til sammenligninger medtaget nogle CIE fra 1963 offentliggjorte tal for andre lyskilder.

Philipslysstofrør (Ra)	Farvetemperatur	Farvegengivelsesindeks (Ra)
Gylden varm hvid (29)	2950K	53
Gylden de luxe (32)	2950K	87
Hvid (33)	4250K	66
Hvid, de luxe (34)	3850K	85
Hvid Dagslys (37)	4200K	96
Kølig dagslys (54)	6700K	80
Kølig dagslys (55)	6400K	92
Kølig dagslys (57)	7400K	92

Lyskilde	Ra-værdi
Kviksløvhøjtrykslampe med lysstofbelægning	32
Blandingslampe (Hg-damp + Glødetråd)	61
Xenon	95
Glødelampe	99

Når de luxe-rørene (farve 32 og 34) har væsentlig bedre farve gengivelse end standardrørene (farve 29 og 33) skyldes dette bl.a., at deres pulverlag absorberer en del af effekten fra de to kraftige spektrallinier i det blå-violette område og omsætter en del af den svarende effekt til orange og rød stråling. Samtidig absorberes en del af strålingen i det gule område, denne energi omsættes til varme.

Farvetemperaturfiltre og "miredværdier".

En lyskildes farvetemperatur kan ændres ved hjælp af filtre. Hvis man sætter et blå-filter(CTB) foran en lyskilde, vil dens lys blive mere blåligt, hvilket svarer til en højere farvetemperatur. Hvis man benytter et orange-filter(CTO) foran lyskilden, bliver lyset mere rødtligt, hvilket svarer til en lavere farvetemperatur.

Farvetemperatur-korrektions-filtre, ellersom de også kaldes: "konversions filtre" kan for eksempel benyttes i film og TV-teknik. Hvis man optager en scene i et studie, hvor studiebelysningen (glødelamper, tungsten) har en farvetemperatur på 3200K, og man med samme kamera indstillinger ønsker at optage en scene i dagslys (fx 6000K) må man benytte et orange filter (1/1CTO) foran kameralinsen for at reducere farvetemperaturen fra 6000K til 3200K og dermed undgå, at fx ansigter i dagslysscenen gengives for blå.

For at finde ud af hvor kraftigt et korrektionsfilter der skal benyttes for at foretage ovennævnte korrektion, kan man benytte enheden "mired værdi". Mired er en forkortelse af: "Mikro Reciprocal Degrees". Denne værdi er den reciprokke værdi af den absolutte temperatur multipliceret med 10 i sjette.

Det vil sige, at en lyskilde med en farvetemperatur på 3000K har en miredværdi på:

$1/3000 \times 10$ i sjette = 333 mired.

Sollyset med en farvetemperatur på 6000K har en mired værdi på:

$1/6000 \times 10$ i sjette = 167 mired.

Farvetemperatur-forskellen der skal korrigeres med orange filteret CTO bliver altså:

$333 - 167 = 166$ mired

Da man ønsker at sænke farvetemperaturen, forøges mired værdien, og man siger derfor, at orangefilteret har en positiv værdi på 166 mired.

Et blåfilter vil øge farvetemperaturen og herved sænke mired værdien, hvorfor dette filter har en given negativ mired værdi.

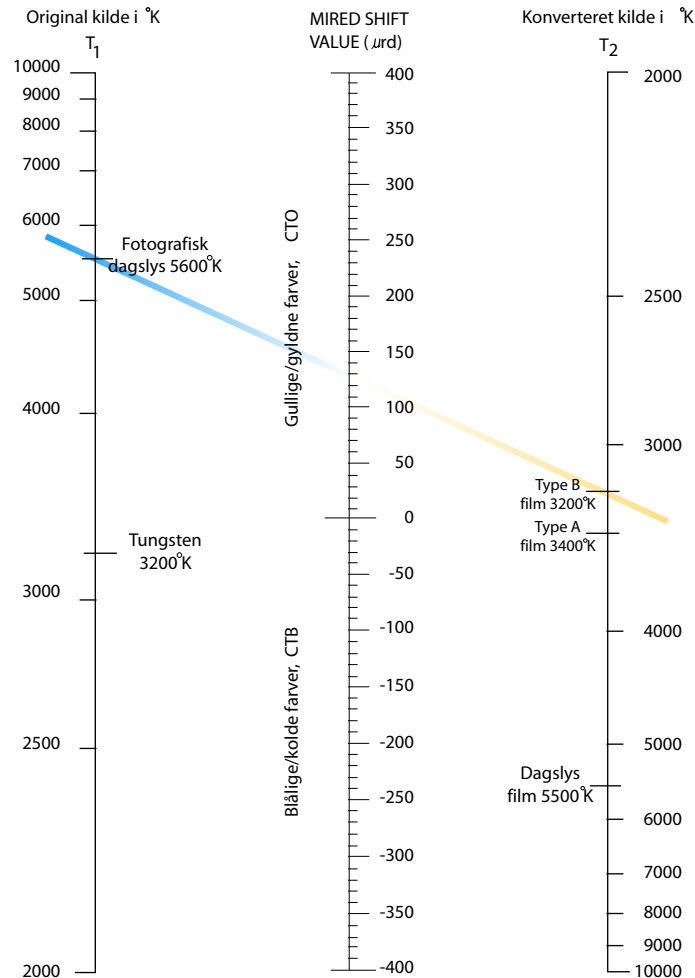


Fig 7. Sammenhæng mellem K og mired værdier, kilde LEE filters.

Fig. 7 er et omsætningsskema man kan se, hvilken mired værdi et filter skal have for at ændre en given lyskildes farvetemperatur til en bestemt ønsket farvetemperatur.

Fig. 7 er vist, at såfremt man laver en filmoptagelse i dagslys 5500K og af en grund, må lave denne optagelse på en kunstlysfilm 3200K, må man benytte et CTO filter til at konvertere dagslyset om til kunstlys.

Dette filter har en miredværdi på -130.

En af fordelene ved at benytte en miredværdi angivelse for filtre er bl.a. at har man fx et filter med en mired værdi på 50 og et andet på 100, så ved man, at benyttes begge filtre samtidig, virker disse nu som ét filter med en mired værdi på 150.

Af filter producenter kan nævnes de tre største indenfor produktion af kamerafiltre:

Tiffen
LEE Filters
Wratten

[LITE]COM

[LITE]COM A/S - Amager Strandvej 112
2300 København S - Danmark
Tlf 32 96 16 81 - Fax 32 96 16 71
E-mail: info@litecom.dk

[LITE]COM A/S - Overgaden oven vandet 54
1415 København K - Danmark
Tlf 32 96 16 81 - Fax 32 96 16 71

WWW.LITECOM.DK

Forståelsen af lys er mange ting, der ikke bare dækker over brugen af lys.

I denne bog ønsker vi at give læseren et indgående kendskab til hvad lys indeholder og hvordan forskellen opleves fra øje til teknik.

Bogen indeholder mange ord og termer der ikke er forklaret i bogen, det kan derfor svare sig at downloade [LITE]COM A/S lysleksikon.

God fornøjelse!