

Farver og farveblindhed



Øjenforeningen



Øjenforeningen
forebygger
og bekæmper
øjensygdom og
blindhed.

Gennem forskning
og oplysning
bidrager vi til bedre
behandlinger og
færre blinde, så flere
kan se hele livet.



Øjenforeningen

Ny Kongensgade 20
1557 København V
Telefon: 33 69 11 00

ojenforeningen.dk
kontakt@ojenforeningen.dk

Bankkonto: 7360 1852038
MobilePay: 99002

Indhold

- 3 Hvad er farver?
- 4 Hvad betyder farver?
- 5 Farvesyn
- 5 Farveblindhed
- 6 Hvordan ser den farveblinde?
- 7 Test af farvesynet
- 9 Farvesyn og erhverv
- 10 Hvornår bør farvesynet testes?
- 10 Hvem tester farvesynet?
- 11 Filterglas til farveblinde

Hvis du vil vide mere ...

- 12 Hvad er farvet lys?
- 13 Det normale farvesyn
- 15 Det unormale farvesyn
- 18 Unormalt farvesyn er arveligt
- 18 Erhvervet farveblindhed
- 19 Farveblanding
- 22 Farver og lysets sammensætning

Ansvarsh. redaktør: Carsten Edmund, øjenlæge, dr.med.

Forsideillustration: vivibarsted.dk

Illustrationer: Mediafarm

Korrektur: Korrekturfabrikken.dk

Layout: Appetizer.dk

Tryk: Vinderup Bogtrykkeri

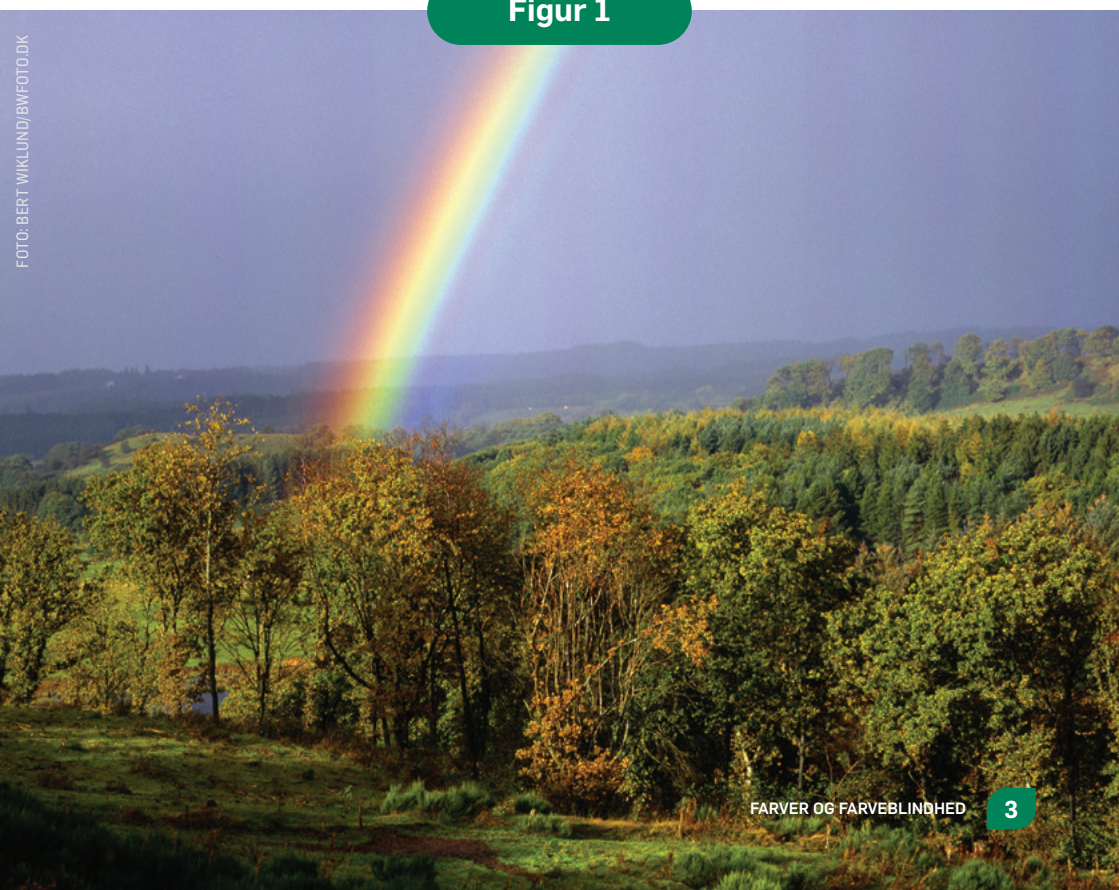
Hvad er farver?

Regnbuens farver opstår, når lyset brydes i regndråberne, rammer øjets nethinde og transporteres til hjernen, hvor det giver en oplevelse af farverne rød, orange, gul, grøn, blå og violet (figur 1).

Den fysiske verden har ikke i sig selv farver. Når et æble opleves som rødt, skyldes det, at lyset, som tilbagekastes fra æblets overflade, fortrinsvis er af en bølgelængde, der opleves som rød.

Figur 1

FOTO: BERT WIKLUND/BWFOTODK



Hvad betyder farver?

Farver betyder meget for overlevelsen i dyre- og planteverdenen. For eksempel tiltrækker blomsterne med deres farver de insekter, der skal bestøve dem, og dyr kan camouflere sig og undgå deres fjender ved at antage samme farve som omgivelserne.

Og mennesket ville i sin naturtilstand have svært ved at finde de rigtige frugter eller få øje på et truende rovdyr, hvis ikke det havde evnen til at skelne farvenuancer (figur 2).

Også i den moderne verden bruges farver som kommunikationsmiddel i utallige situationer. I trafikken anvendes rød, gul og grøn til at signalere henholdsvis, stop, afvent og kø. I søfart anvendes rød og grøn for at signalere bagbord (venstre) og styrbord (højre). Og inden for elektronisk kommunikation anvendes farvekodninger i stigende grad for at henlede opmærksomheden på særligt vigtige informationer.

Figur 2



Farvesyn

Øjets nethinde indeholder forskellige sanseceller, som stimuleres af lys. Dagslyscellerne (tappene) er en gruppe bestående af tre celletyper, som kan skelne mellem regnbuens henholdsvis røde, grønne og blå lys samt adskille tusindvis af farvenuancer. Natlyscellerne (stavene) kan kun skelne mellem grå nuancer. Farvesynet slukker (tappene sætter ud), når belysningen bliver tilstrækkelig lav. Heraf talemåden: 'om natten er alle katte grå'.

Farveblindhed

Mangler den farveblinde den type tappe, som kan opfange det grønne lys, er han eller hun farveblind for grønt. Tilsvarende er det muligt at være farveblind for rødt eller blå. I mange tilfælde mangler tappene ikke, men de reagerer svagere end normalt. I stedet for farveblindhed er det derfor i virkeligheden mere korrekt at tale om farvesvaghed for henholdsvis grønt, rødt og blå lys.

Otte pct. svarende til cirka 200.000 danske mænd og 0,4 pct. svarende til cirka 10.000 kvinder er mere eller mindre farveblinde. Tilstanden er medfødt og uforanderlig gennem livet. Det hører til sjældenhederne at være farveblind for blå lys, så i praksis er det tilstrækkeligt at undersøge for blindhed for grønt og rødt lys.

Hvordan ser den farveblinde?

Farveblinde kan godt se farver, men afhængigt af graden af farveblindheden ser de færre farvenuancer end normaltseende (figur 3). Dertil kommer, at den farveblinde skal tættere på eksempelvis et farvet signallys for med sikkerhed at kunne skelne det fra et hvidt lys.

Mange farveblinde er ikke selv klar over, at deres øjne fejler noget. I hverdagen klarer den farveblinde sig i de fleste situationer lige så godt som den farvenormale. Kun i forbindelse

Figur 3



Dansk Standard mærkefarver, som de ses af normaltseende og af grøn- og rødblinde. Bemærk, at den farveblinde ser færre farver end den farvenormale. Specielt har de grønblinde svært ved at skelne mellem grønne og grå nuancer, mens de rødblinde har svært ved at skelne mellem røde og brune nuancer.

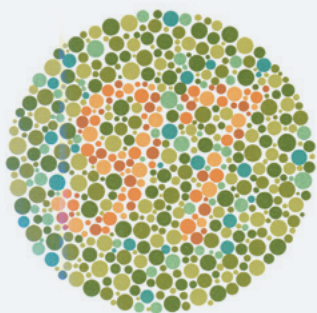
med udførelsen af visse erhverv opdager den farveblinde, at han eller hun kan være begrænset.

Test af farvesynet

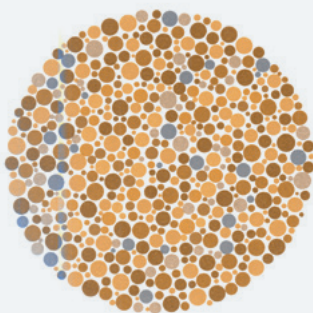
I praksis er farvenormale defineret som personer, der kan læse Ishiharas farvetavler uden fejl. Ishiharas farvetavler er opbygget af små cirkler med forskellige farvenuancer anbragt i et mønster, der danner forskellige tal. Figur 4 viser, at den normaltseende ser tallet 97, mens den grøn- eller rødblind ikke ser noget tal.

Figur 4

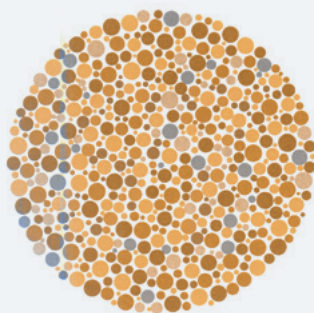
Eksempel på en Ishihara-tavle, som den ses af en normaltseende, en grønblind og en rødblind.



Normalsyn



Grønblind



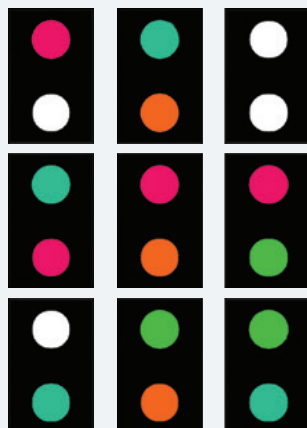
Rødblind

Fejllæsning af Ishiharas tavler indikerer farveblindhed i en eller anden udstrækning. Fejllæsningen udelukker imidlertid ikke, at den farveblinde kan være farvesikker. Det bedømmes ved en lanternetest (figur 5).

Lanternetesten vurderer testpersonens evne til at benævne ni forskellige par af hvide, rødlige og grønne lys. Farvenormale og cirka hver femte farveblinde – især de grønsvage – passerer testen og betegnes som farvesikre.

Figur 5

Lanternetest afgør farvesikkerheden ved bedømmelsen af ni farvepar.



Lanternetests er kvalitative og har været brugt i mere end 100 år. Man kan også teste farvesynet kvantitativt med et anomaloskop, som måler, hvor meget rødt og grønt man skal blande sammen for at matche en gul referencefarve. En nyere test – CAD-testen (Color Assessment and Diagnosis) – måler evnen til at skelne farver.

Farvesyn og erhverv

Visse erhverv inden for fly, søfart, togdrift, militær, politi og redningskorps har specifikke farvesynskrav, der enten kræver, at arbejdstageren er farvenormal eller farvesikker. Formålet med farvesynskravene er at nedbringe risikoen for farveforveksling og fejltagelser med ulykker til følge. Den farveblinde kan have svært ved sikkert at skelne de mest brugte signalfarver (grøn, gul og rød) fra den hvide farve.

I en række erhverv inden for eksempelvis tekstil, maling, grafik, mode og lignende kan det give problemer, hvis kunden har en anden farveopfattelse end sælgeren. Inden for laboratorieerhverv, hvor farvereaktioner skal identificeres korrekt, kan unormalt farvesyn give problemer. I uddannelseskravene til de nævnte erhverv er det ofte blot nævnt, at der stilles krav om, at arbejdstageren har et godt farvesyn, uden nærmere specifikation af, hvad det indebærer.

Hvornår bør farvesynet testes?

Farveblinde kan leve et normalt liv uden nogensinde at opdage, at de har en mindre synsdefekt. Da farveblindhed ikke kan behandles, er der sædvanligvis ingen grund til at teste farvesynet i barne- og skolealderen.

Hvad angår uddannelses- og erhvervsvalg, er det til gengæld vigtigt at få testet farvesynet under korrekte forhold, hvis uddannelsen eller erhvervet er af en karakter, hvor en farvesynsdefekt kan udgøre et problem. Herved kan den farveblinde undgå at få begrænset sine fremtidige jobmuligheder i erhverv, hvor udførelsen af visse funktioner kræver et normalt farvesyn eller farvesikkerhed.

Det er vigtigt selv at kontakte de relevante uddannelsessteder for at få oplyst aktuelle synskrav. Erfaringen viser, at kravene kan ændre sig over tid.

Hvem tester farvesynet?

Kommunale sundhedsplejersker undersøger farvesynet ved udskoling, såfremt den unge har erhvervsønsker med krav til farvesynet.

Mange praktiserende læger, en del optikere, øjenlæger og de læger, som helbredsundersøger søfolk (søfartslæger) og flyverelateret personale (flyvelæger), tester farvesynet med Ishiharas farvesynstavler.

Udvidede farvesynstests udføres på øjenafdelingen i Aarhus og København. Disse undersøgelser er sædvanligvis selvbetalte.

Filterglas til farveblinde

Medfødt farveblindhed kan ikke helbredes, men tilstanden kan hos nogle afhjælpes med filterglas i enten briller eller kontaktlinser. Har den farveblinde for eksempel svært ved at skelne mellem røde og grønne nuancer, kan et rødfilter hjælpe. Dette filter frasorterer det grønne lys. Det grønne lys opleves herved som mørkere og kan således lettere skelnes fra det røde lys.

Der er gjort forsøg på at normalisere farvesynet hos farveblinde ved – efter samme princip – at anbringe en passende farvet kontaktlinse i det ene øje. Herved kan nogle farveblinde eksempelvis blive bedre til at passere Ishiharas tavler, men evnen til at skelne farver er som sådan ikke forbedret.

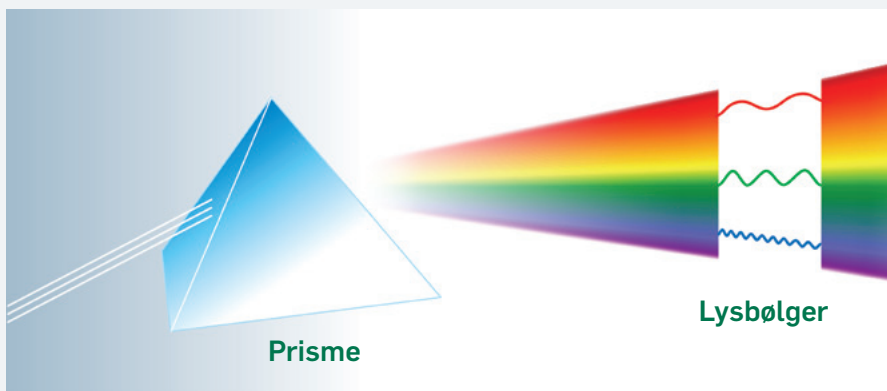
Hvad er farvet lys?

Sir Isaac Newton, der var matematiker, fysiker og astronom, observerede i 1666, at en solstråle efter at have passeret et prisme blev splittet op i alle regnbuens farver (figur 6).

Siden har man fundet ud af, at synligt lys udgør en lille del af det elektromagnetiske spektrum, som kan beskrives som bølger. Længden af en synlig lysbølge er relateret til den farve, øjnene ser. Længden af

Figur 6

Hvidt lys består af lys med forskellig bølgelængde, som opfattes med hver sin farve. Lang-, mellem- og kortbølget lys opfattes som henholdsvis rødt, grønt og blå.



lysbølger udtrykkes i nanometer (nm). En nanometer svarer til en milliardtedel af en meter. Det synlige lys har bølgelængder mellem 380 og 760 nm (figur 7).

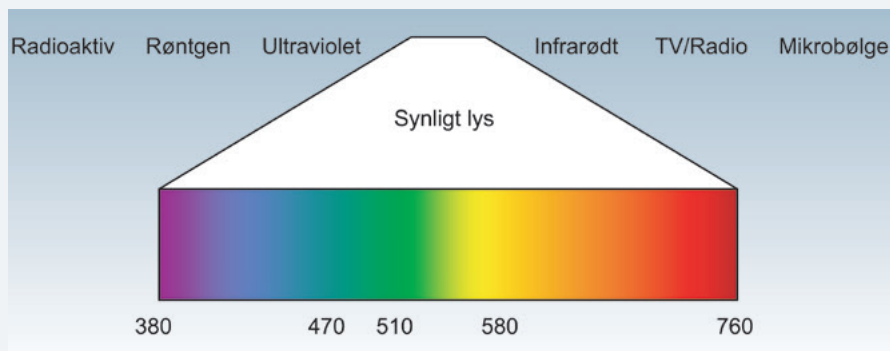
Når synligt lys rammer øjets nethinde, opfattes det kortbølgede som blå, det mellembølgede som grønt og det langbølgede som rødt.

Det normale farvesyn

Nethindens sanseceller indeholder et pigment som, når det belyses, omdannes kemisk, hvilket starter et elektrisk signal. Dagslyscellerne

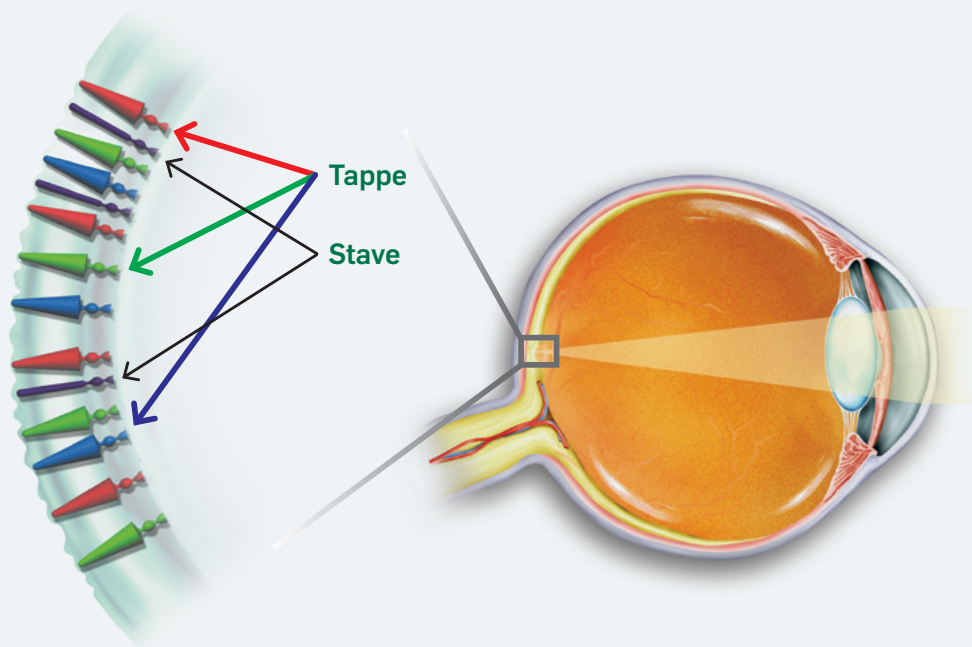
Figur 7

Farvespektret består af lys med bølgelængder mellem 380 og 760 nanometer.



Figur 8

Øjets inderside er beklædt med nethinden, som består af dagslysceller (tappe), der kan skelne farver, og natlysceller (stave), som kan skelne gråtoner i svag belysning.

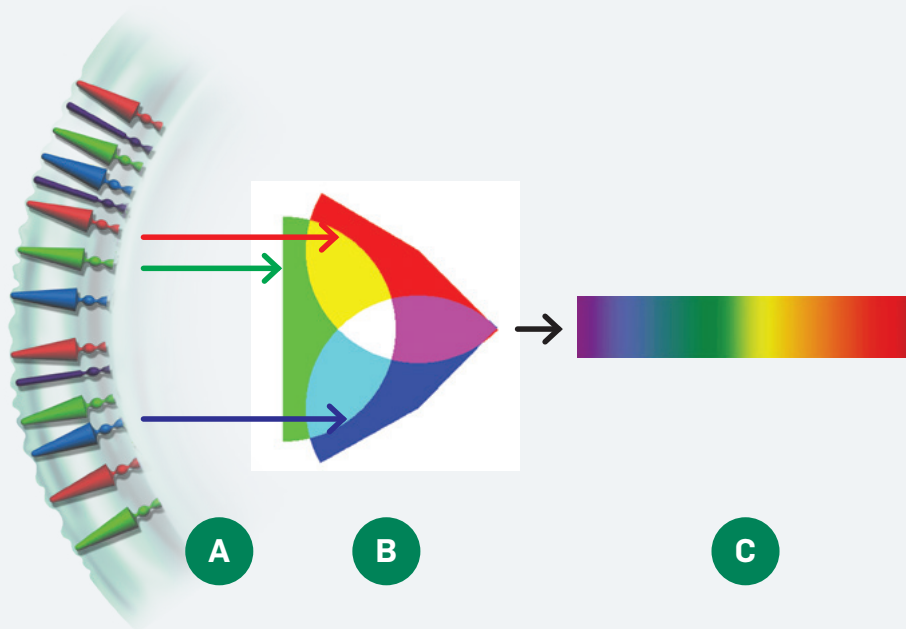


(tappene) indeholder tre forskellige pigmenter, som reagerer på henholdsvis blå, grønt og rødt lys. Natlyscellerne (stavene) reagerer på lav belysning, men kan ikke skelne farver (figur 8).

De elektriske signaler fra tappene (figur 9A) blandes (figur 9B) og opfattes af hjernen som én bestemt farve. I og med at lysets forskellige bølgelængder udløser forskellige elektriske signaler, kan hjernen skelne mellem lys af varierende bølgelængde og derved adskille farverne i det synlige lys (figur 9C).

Figur 9

Tappene reagerer på rødt, grønt og blått lys, som, når det blandes, giver alle de synlige farvenuancer, som hjernen er i stand til at opfatte.



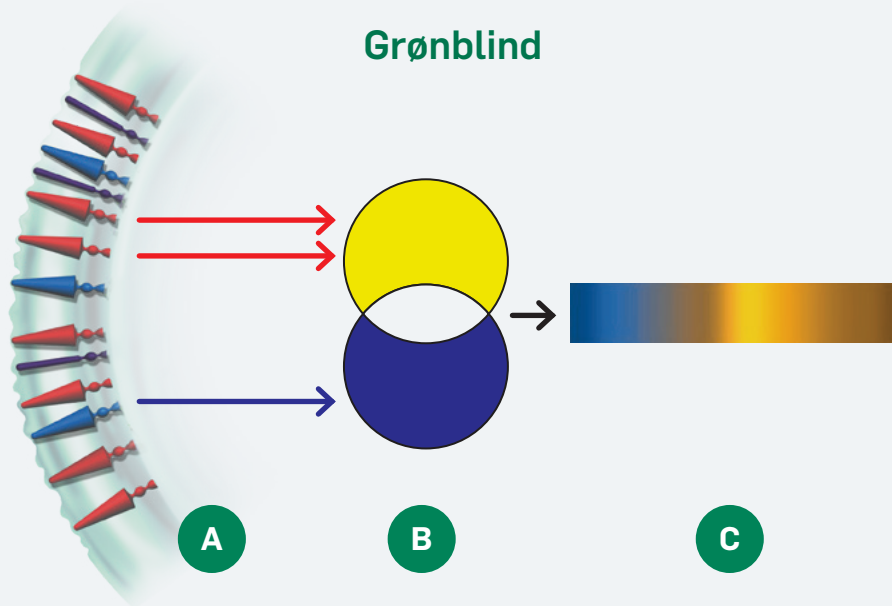
Det unormale farvesyn

Hos farveblinde er de grønne eller de røde tappes pigment ændret sådan, at de to typer af tappe sender mere eller mindre ensartede elektriske signaler til hjernen.

Hos grønblinde er det grønne pigment ændret, så reaktionen på lys af forskellig bølglængde er mere eller mindre sammenfaldende

Figur 10

Hos grønblinde er de grønne tappe ændret, så de ligner de røde. De rød-grønne tappe udsender et signal, der opfattes som gult, og de synlige farvenuancer er derfor reduceret til en blanding af gult og blåt.

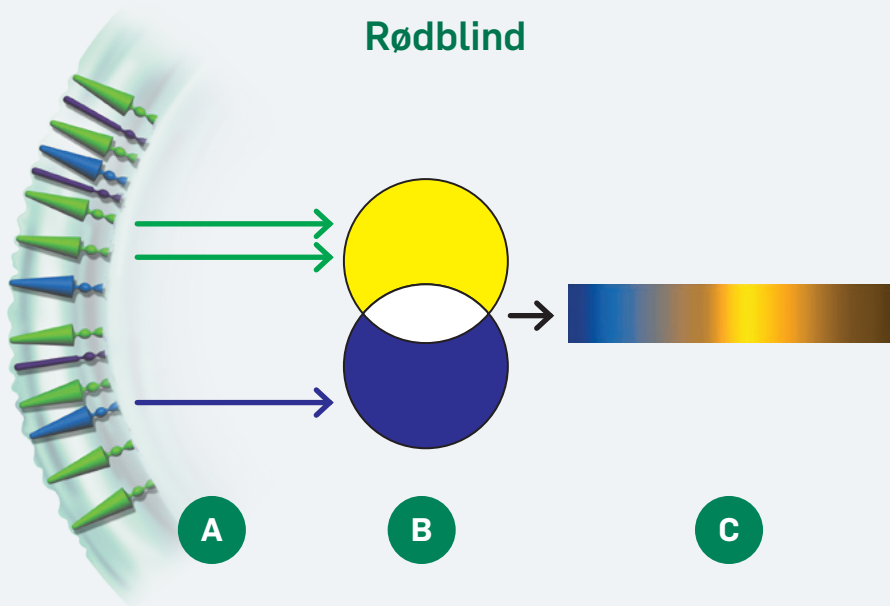


med det røde pigment (figur 10A). Signalet fra de rød-grønne sanseceller opfattes af hjernen som gult (figur 10 B), og farvespektret hos den grønblinde er derfor reduceret til en blanding af blåt og gult (figur 10C).

Hos rødblinde er det røde pigment ændret, så reaktionen på lys af forskellig bølgelængde er mere eller mindre sammenfaldende med det grønne pigment (figur 11A). Signalet fra de grøn-røde sanseceller opfattes – ligesom hos den grønblinde – af hjernen

Figur 11

Hos rødblinde er de røde tappe ændret, så de ligner de grønne. De grøn-røde tappe udsender et signal, der opfattes som gult, og de synlige farvenuancer er derfor reduceret til en blanding af gult og blåt.



som gult (figur 11B), og farvespektret hos den rødblinde er derfor reduceret til en blanding af blåt og gult (figur 11C).

Det grøn- og rødblinde farvespektrum (figur 10C og 11C) adskiller sig fra hinanden ved, at den rødblinde har en kraftigere gul reaktion på stimulation med mellembølget lys (en kraftig gul farve i midten af synsfeltet) og næsten ingen reaktion på stimulation af langbølget lys (højre del af synsfeltet er mørkt).

Unormalt farvesyn er arveligt

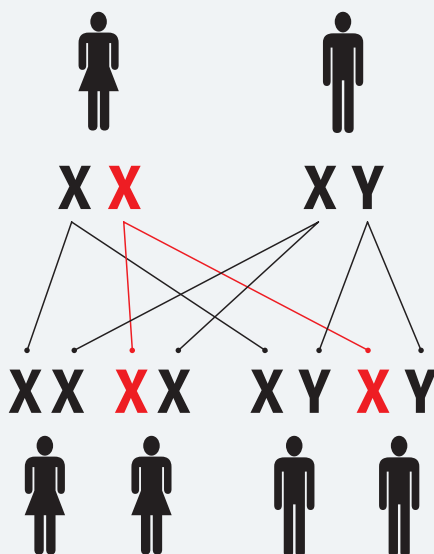
De tre farvepigmenter, som tappene indeholder, er proteiner, hvis opbygning er bestemt af genetik. Hvordan farveproteinerne reagerer på lys, er derfor genetisk bestemt. I dag ved vi, at generne for det grønne og røde pigment sidder på det kvindelige kønskromosom X (figur 12).

Erhvervet farveblindhed

Ændring af farvesynet kan i nogle tilfælde indtræffe gennem livet, hvis en person erhverver sig en sygdom, der påvirker nethinden eller synsbanerne. Disse såkaldt erhvervede farvesynsdefekter vil ofte

Figur 12

Genet for rød-grøn farveblindhed findes på X-kromosomet. Det er et såkaldt vigende gen, hvilket betyder, at genet undertrykkes, hvis der findes et normalt gen på det andet X-kromosom. Det er årsagen til, at farveblindhed er cirka 20 gange så hyppig hos mænd som hos kvinder. I figuren er moderen bærer af et defekt gen, men er farvenormal. Halvdelen af sønnerne bliver farveblinde, og halvdelen af døtrene bliver bærere af det defekte gen.



optræde sammen med andre symptomer på den tilgrundliggende sygdom. De er ikke arvelige.

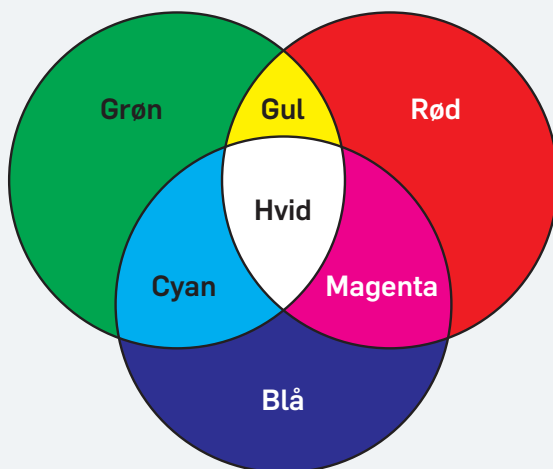
Farveblanding

Det menneskelige farvesyn er baseret på de tre grundfarver rød, grøn og blå og indebærer, at alle farver kan frembringes ved en passende blanding af grundfarverne.

Farveblandinger kan være additive. Additive farveblandinger er frembringelsen af en lysfarve ud fra en blanding af to andre farvers lys. Belyser man eksempelvis et område med lyset fra de to grundfarver rød og grøn kan man opnå en gul farve (figur 13). Jo flere farver der blandes på denne måde, des lysere bliver farven for

Figur 13

Rød, grøn og blå giver ved additiv kombination alle spektrets farver for at ende med hvid.

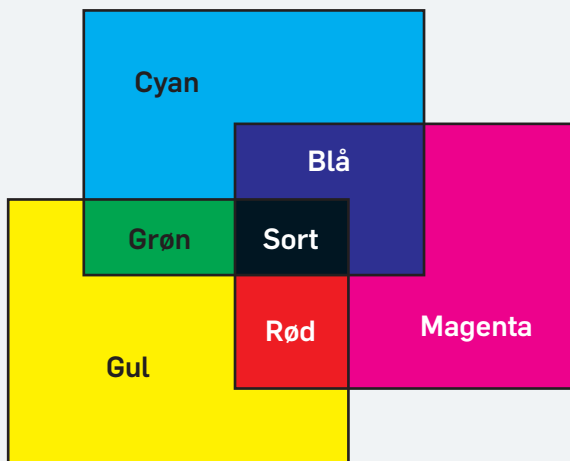


til sidst at ende op med at være hvid. En computerskærm blander lys af de tre grundfarver på denne måde. Skærmen indeholder 16 millioner farvenuancer, hvilket er langt flere, end hjernen kan skelne.

Farveblandinger kan også være subtraktive. Subtraktive farveblandinger er frembringelsen af en pigmentfarve ved at fjerne bestemte bølgelængder af lys (figur 14). Det er for eksempel tilfældet med maling og blæk. Maling og blæk er pigmentfarver, som antager en bestemt farve, fordi det kun er en del af lyset, der tilbagekastes. Resten af lyset opsuges i malingen. Jo flere pigmentfarver man blander på den måde, des mere lys opsuges, og farven bliver mørkere, indtil den ender med at være sort.

Figur 14

Cyan, magenta og gul giver ved subtraktiv kombination alle spektrets farver med sort som udgangsfarve.

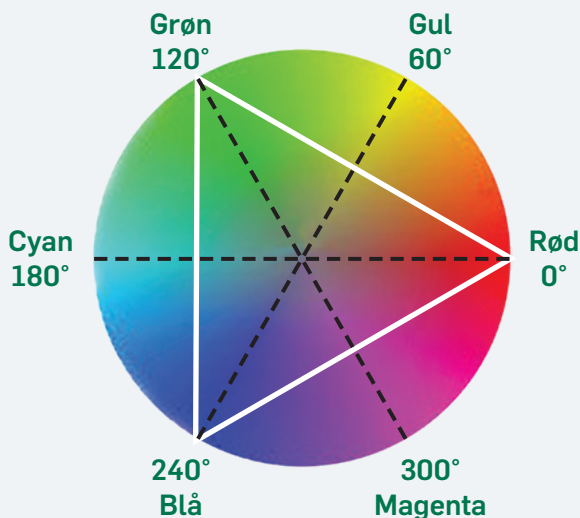


Traditionel farveanvendelse bygger på subtraktiv farveblanding baseret på grundfarverne blå, gul og rød. Ved trykning anvendes grundfarverne magenta, cyan og gul.

Newtons farvecirkel viser relationen mellem additive og subtraktive grundfarver (figur 15). Farverne inden for den hvide trekant kan blandes additivt ud fra grundfarverne rød, grøn og blå. Farverne uden for den hvide trekant kan blandes subtraktivt ud fra de komplementære grundfarver cyan, magenta og gul. Farver, der ligger over for hinanden i en farvecirkel, kaldes komplementære, fordi de, når de blandes, giver hvidt.

Figur 15

Newtons farvecirkel viser, at addition af rød, grøn og blå giver farverne inden for trekanten. Subtraktion af de komplementære farver cyan, magenta og gul giver farverne uden for cirklen.



Farver og lysets sammensætning

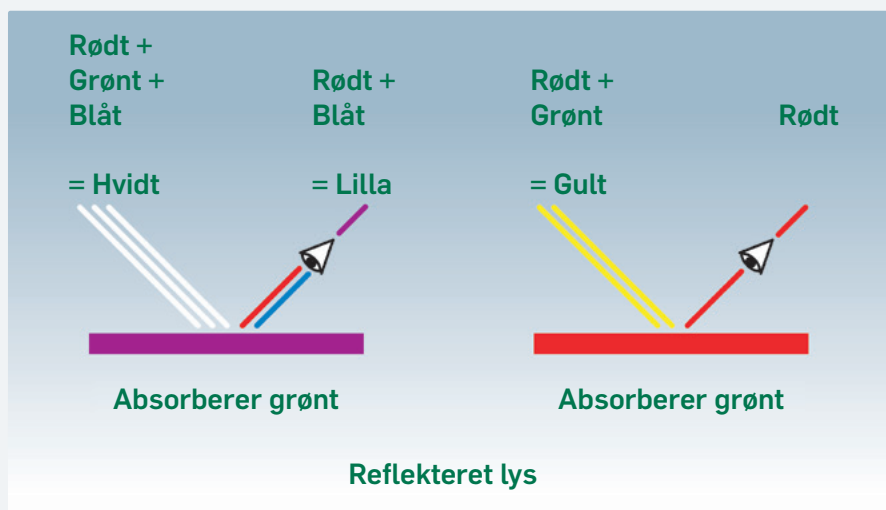
Det lys, som rammer øjet fra en genstand, bestemmer, hvilken farve genstanden har for iagttageren.

Figur 16 viser, at hvis en flade, som absorberer grønt lys, belyses med hvidt lys, vil fladen opleves som violet. Belyses den samme flade med gult lys, vil den opleves som rød.

En genstands farve er således afhængig af, hvilken belysning der anvendes. Dette fænomen er velkendt fra eksempelvis tøjbutikker, hvor farven på et stykke tøj kan fremstå forskellig, afhænger af om det betragtes inde i forretningen eller udenfor i dagslyset.

Figur 16

En genstands farve afhænger af belysningen. Absorberer genstanden grønt lys, vil den fremstå som lilla i hvidt lys og som rød i gult lys.



Kontingentoplysninger

Der er følgende kontingentmuligheder for medlemskab af Øjenforeningen:

Årsmedlemskab

Personligt medlemskab	200 kr.
Husstandsmedlemskab	300 kr.
Virksomhedsmedlemskab	1.500 kr.

Bankkonto: 7360 1852038 · MobilePay: 99002

Øjenforeningens formål:

Forebyggelse af øjensygdomme
ved forskning, oplysning og
rettidig behandling.



Brug vores hjemmeside:

øjenforeningen.dk



Der er mange nyttige oplysninger på
Øjenforeningens hjemmeside, herunder
oplysning om øjensygdomme, symptomer
og behandling, adresser på praktiserende
øjelæger o.m.a.



"Da mit syn blev reduceret fra 40 til 20 pct. på kun to måneder, var min eneste mulighed en celletransplantation på hornhinden.

Uden forskning i øjensygdomme havde operationen, der reddede mit syn, ikke været en mulighed"

Hardy Bleibach

Gør en synlig forskel, når dine øjne lukkes

Med en arvedonation til Øjenforeningen giver du liv til forskning, der fører til nye behandlinger, så flere kan bevare både syn og livskvalitet.

Se, hvordan
du kan donere på
ojenforeningen.dk/arv
eller ring på
33 69 11 00
og hør mere



Øjenforeningen

Øjenforeningen arbejder for at nedbringe synstab gennem støtte til forskning og oplysning