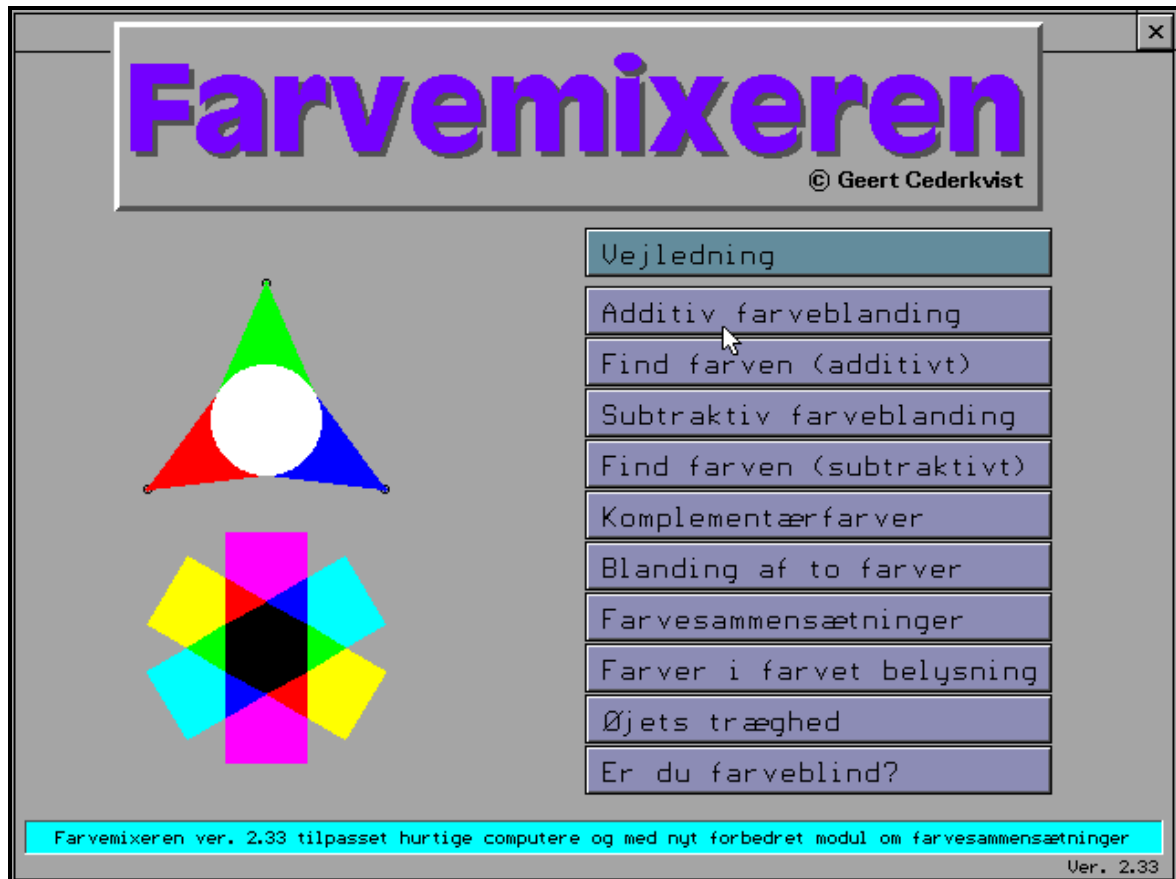


# Farver og farveopfattelse

- set med fysikkens øjne



Eksperimenter med farver for de ældste klasser.

## Indhold

Farver .....	3
Hvordan opfatter vi farver? .....	4
Farvemixeren. ....	6
Komplementærfarver .....	8
Øjets træghed (farvemætning) .....	9
Farvenuancer .....	10
Farveblindhed .....	10
Forskellige former for farveblanding .....	12
Additiv farveblanding .....	12
Subtraktiv farveblanding .....	13
Farvede filtre .....	13
Maling og firefarvetryk .....	15
Blanding af gult og blå .....	16
Chromatografi .....	16
Ekstra øvelser .....	17

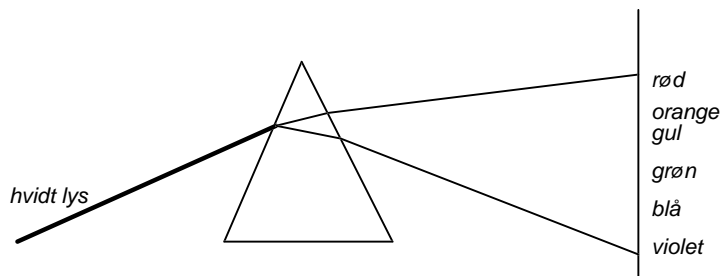
© Geert Cederkvist  
22. april 1999

## Farver

Når hvidt lys brydes i et tresidet prisme, spredes lyset i alle regnbuens farver, og der dannes et spektrum.

Det spektrum, der dannes af det hvide lys fra en glødelampe er et kontinuert spektrum, hvor farverne

rød, orange, gul, grøn, blå og violet glider over i hinanden uden skarpe adskillelser.



Violet lys består af meget energirige fotoner, der bremses mere på deres vej gennem glasset end de lidt mere energifattige fotoner i det røde lys. Derfor afbøjes det violette lys mere end det røde lys ved passagen af prismet.

På hver side af det synlige spektrum er der nogle stråler, der er usynlige for det menneskelige øje.

Før det røde er der infrarøde stråler (IR), som kan påvirke specielle fotografiske film eller konstateres som en svag temperaturstigning. Efter det violette lys er der ultraviolette stråler (UV), som kan påvirke fotografisk film og få nogle fæstestoffer til at fluorescere med synligt lys. Det er også ultraviolette stråler fra solen, som gør os solbrændte.

Det synlige lys og de infrarøde og ultraviolette stråler er alle såkaldte elektromagnetiske bølger ligesom bl.a. radiobølger.

Strålingstype	Gamma	UV	IR	Radar	Radiobølger				
	Røntgen	Synligt lys	Mikro-bølger	U H F	V H F	K B	M B	LB	
Bølgelængde	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>0</sup>	10 <sup>3</sup>	meter		

### Det elektromagnetiske spektrum

Man kan måle de elektromagnetiske bølgers bølgelængde. For radiobølger er bølgelængderne fra nogle kilometer og ned til omkring 1 meter, mens bølgelængderne for det synlige lys er mellem 0,0000004 m og 0,0000007 m.

Normalt måler man dog lysets bølgelængde i nanometer (nm).

1 nm = 0,000000001 m, dvs. 1 m = 1.000.000.000 nm.

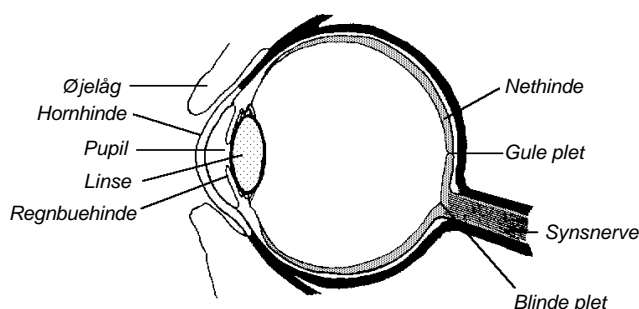
Bruges nanometer som enhed kan man angive bølgelængderne for det synlige lys i intervallet 400 nm til 700 nm. Det hvide lys består af alle spektrets farver i dette interval.

De omtrentlige grænser for de enkelte farver i det kontinuerte spektrum kan ses i tabellen.

violet	400 - 440 nm
blå	440 - 485 nm
blågrøn	485 - 505 nm
grøn	505 - 570 nm
gulgrøn	560 - 570 nm
gul	570 - 580 nm
orange	580 - 600 nm
rød	600 - 700 nm

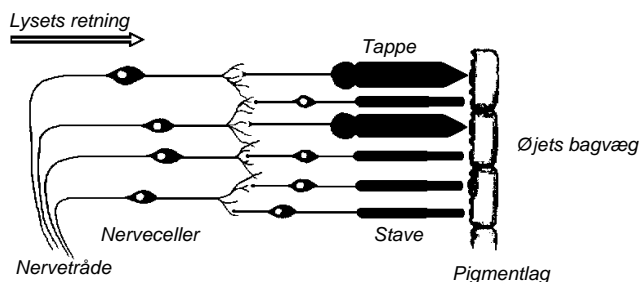
### Hvordan opfatter vi farver?

Farverne er ikke en egenskab ved en bestemt bølgelængde, men et resultat af vores sansning af de elektromagnetiske bølger. Det specielle ved det synlige lys set i forhold til de øvrige stråler i det elektromagnetiske spektrum, er at vi har et specielt sanseorgan, øjet, der kan registrere netop denne stråling.



Tværsnit af øjet

Når lyset trænger ind i øjet, passerer det hornhinden og ind gennem pupillen, det runde hul, der dannes af muskler i regnbuehinden. Regnbuehinden, kan regulere pupillens størrelse afhængigt af styrken af det indfaldende lys. Linsen dannes et formindsket billede af det, man ser, på øjets bagvæg.



Udsnit af nethinden

På bagvæggen sider nethinden, der er dækket af ca. 140 mio. lysfølsomme sanseceller. Sansecellerne er forbundet til hjernen gennem ca. 800.000 nervestråde, der er samlet i synsnerven. Der, hvor synsnerven forlader øjet, er der ingen sanseceller. Området kaldes for den blinde plet. Det menneskelige øje har to forskellige typer sanseceller. På nethinden er der ca. 130 mio. stave og ca. 7 mio. tappe.

Stavene er de mest lysfølsomme, men giver os ikke mulighed for at opfatte farver - synsindtryk fra dem er derfor i gråtoner. Tappene giver os mulighed for at opfatte farver, men de er til gengæld ikke så lysfølsomme.

Derfor kan vi ikke så godt opfatte farver i svagt lys.

Tappene findes især i et lille område centralt på nethinden i et område overfor pupillen, der kaldes den gule plet. Her er der derimod ikke særligt mange stave. Det er i den gule plet, vi har det skarpeste syn, som er afgørende for opfattelse af detaljer. Derimod er området ikke aktivt ved svagt lys. Derfor kan f.eks. en svagt lysende stjerne "forsvinde", hvis man forsøger at se lige på den.

Når øjet kan registrere forskellige farver, skyldes det, at der er tre forskellige typer tappe, som har deres største følsomhed for hver deres bølgelængde, nemlig primærfarverne rød, grøn og blå. Man taler derfor om R-, G- og B-tappe.

R-tappene har deres største følsomhed ved ca. 575 nm,  
G-tappene har deres største følsomhed ved ca. 540 nm og  
B-tappene har deres største følsomhed ved ca. 470 nm.

Det er den samlede påvirkning af R-, G- og B-tappene i et lille område, der afgør hvordan man opfatter farven af det, man ser.

Hvis du ser på en rød postkasse, vil lyset derfra mest påvirke dine R-tappe, men også dine G- og B-tappe en smule. Den samlede opfattelse er "postkasserød".

En anden type rød påvirker måske dine R-tappe lidt mere og dine B-tappe lidt mindre, og du vil da opfatte farven som mere lyserød.

Hvis du kigger på en blå himmel er det mest B-tappene, der bliver påvirket.

### Spørgsmål

Hvordan tror du hvidt lys påvirker tappene?

Hvordan opfatter du farver, når lyset er svagt?

Er der forskel på din farveopfattelse af en genstand i randen af dit synsfelt og en genstand, du kigger lige på?

**Øvelse 1**

Du skal bruge et farvefjernsyn og en lup.

Tænd for fjernsynet og indstil det på en station, der viser prøvebilledet. Hvis du kigger nærmere på skærmen gennem luppen, kan du se, at billedet dannes af en mængde røde, grønne og blå prikker.

Det er netop de samme tre farver, som tappene i vores øje er følsomme for.

Når vi ser på afstand smelter prikkerne sammen og vi opfatter forskellige farver.

Undersøg forskellen på styrken af de røde, grønne og blå prikker i forskellige områder af prøvebilledet og noter resultaterne herunder.

Farve af område	Lysstyrke		
	rød prik	grøn prik	blå prik
hvid			
rød			
grøn			
blå			
gul			
magenta ("pink")			
cyan (lys blågrøn)			
grå			
sort			

**Øvelse 2**

Til denne øvelse skal du bruge en computer med programmet **Farvemixeren**.

Ved hjælp af modulet *Additiv farveblanding* kan du selv regulere styrken af de tre primærfarver i et cirkulært område af skærmen ved at trække op og ned på de tre potentiometre med musen. Derved ændres også den farve, du opfatter.

Du skal bruge skemaet på næste side.

Der er først nogle faste indstillinger du skal bruge.

Eksperimenter derefter frit. Hvis du savner farveideer, så kig i et farvekatalog fra en farvehandler.

Husk at notere resultater ned undervejs.

Ved arbejdet med Farvemixeren er det bedst at arbejde sammen mindst 2 personer, så I kan snakke om resultaterne.

Indstilling af primærfarver			FARVEN	
RØD	GRØN	BLÅ	som du opfatter	
100 %	100 %	100 %		a
0 %	0 %	0 %		b
100 %	0 %	0 %		c
0 %	100 %	0 %		d
0 %	0 %	100 %		e
0 %	100 %	100 %		f
100 %	0 %	100 %		g
100 %	100 %	0 %		h
67 %	67 %	67 %		i
33 %	33 %	33 %		j
			postkasserød	k
			mørk grøn	l
			brun	m
			beige	n
			bordeaux	o
			himmelblå	p
				q
				r
				s
				t
				u
				v
				x
				z

## Komplementærfarver

### Øvelse 3

Vælg igen modulet *additiv farveblanding*.

Skru helt op for alle tre farver, så cirklen bliver hvid.

Hvis du nu skruer helt ned for den røde og derved fjerner det røde lys, får du en lys blågrøn farve, der kaldes cyan. Den kunne også kaldes hvid minus rød

$$\text{CYAN} = \text{HVID} - \text{RØD}$$

Cyan kaldes for komplementærfarven til rød.

Prøv på samme måde at finde komplementærfarverne til grøn og blå.

En farve og dens komplementærfarve, f.eks. rød og cyan påvirker øjets farvefølsomme tappe modsat.

Komplementærfarven er "det, der bliver tilbage", når man "fjerner" en farve fra det hvide lys.

Komplementærfarverne til primærfarverne rød, grøn og blå hedder cyan, magenta og gul.

Men hvad er komplementærfarverne til de mellemliggende nuancer f.eks. brun?

### Øvelse 4

Vælg modulet *Komplementærfarver*.

I dette modul er der to farver, der kan reguleres. Når den ene indstilles, viser den anden straks den "modsatte farve" komplementærfarven.

Find komplementærfarverne til farverne i skemaet herunder.

primær rød	
primær grøn	
primær blå	
orange	
brun	
mørk grå	
mørk grøn	

beige	
hvid	
gul	
lilla	



## Øjets træghed (farvemætning)

Når øjet ser på en stærk farve i længere tid, dæmpes følsomheden i de tappe, der påvirkes af den pågældende farve, og når farven erstattes af hvidt lys, går der et stykke tid, inden følsomheden genvindes, og synsindtrykket fra de andre tappe virker stærkere.

Hvis du har set i længere tid på en rød farve vil følsomheden for rødt svækkes, og når den røde farve erstattes af hvidt, vil synsindtrykket fra G- og B-tappene dominere.

Hvilken farve ses så?

### Øvelse 5

For at afprøve ovennævnte fænomen skal du vælge modulet *Øjets træghed*.

Læs forklaringen under *Hjælp* i menubjælken og prøv modulet.

Hvilke farver ser du i skygebilledet efter farverne?

Når du har prøvet et par kan du gætte hvad du kommer til at se inden du klikker billedet væk.

Billede	Efterbillede
rød	
grøn	
blå	
cyan	
magenta	
gul	
sort	

Billede	Efterbillede	
	Gæt	Resultat
flag 1		
flag 2		
flag 3		
flag 4		
flag 5		
flag 6		
flag 7		

Hvad har eftervirkningen med komplementærfarver at gøre?

### Øvelse 6

Tre projektører, som kan lyse med de tre primærfarver rød, grøn og blå stilles op, så de belyser en hvid skærm eller væg.

Hvilken farve ses, der hvor alle farver blandes?

Prøv at holde hænderne ind foran lyskilderne eller gå ind foran.

Tal om de farver skyggerne får. Hvilke og hvorfor?

Når lys af de tre primærfarver blandes virker det på samme måde som i fjernsynet. Der er tale om additiv farveblanding. For hver projektør, vi tænder påvirkes nogle flere af tappene i øjet.

Når vi laver skygger, fjernes nogle af sanseindtrykkene.

## Farvenuancer

Det menneskelige øje er i stand til at skelne helt op til 10 mio. farvenuancer mellem de neutrale hvid-grå-sort og alle de mange forskellige mest-kulørte farver.

Farvemixeren kan vise 262.080 forskellige farver udover de hvid-grå-sort.

Hvor god er du til at skelne mellem forskellige farver?

### Øvelse 7

I denne øvelse skal du undersøge, hvor god du er til at skelne mellem forskellige nuancer.

Du skal igen bruge programmet Farvemixeren. Vælg modulet *Find farven (additivt)*.

På skærmen ser du en farvet cirkel på en baggrund med en anden farve.

Det er nu din opgave at justere farven på cirklen, så den får samme farve som baggrunden.

Husk på øjets træghed.

Når du mener, du har ramt den rigtige farve, kan du vælge at se løsningen ved at klikke på *Se løsning* i menubjælken.

Du kan vælge en ny opgave, ved at klikke på *Ny opgave* i menubjælken.

Prøv at løse flere opgaver og giv hinanden god tid. Prøv at besvare spørgsmålene herunder.

Hvor god er du til at ramme den rigtige farve?

Er der nogle af primærfarverne, der er sværere at justere?

Har din makker de samme problemer?

## Farveblindhed

Vi opfatter ikke farverne på samme måde.

Hos nogle mennesker er evnen til at skelne mellem farver helt eller delvis nedsat, fordi sansecellerne for en eller flere af de tre primærfarver ikke fungerer, som de skal. Der skelnes almindeligvis mellem rød-blinde, grøn-blinde og totalt farveblinde.

Hos de rød-blinde er det R-tappene, der er svækket eller slet ikke fungerer.

Hos de grøn-blinde er det G-tappene, der fungerer dårligt eller slet ikke.

Da både den manglende evne til at se grønt og rødt giver nogenlunde samme problemer med at skelne mellem svage gule og orange nuancer, taler man til dagligt om rød-grøn farveblindhed.

Total farveblindhed opstår, når kun én type tappe fungerer normalt.

Farveblindhed er arveligt. Ca. 7 % af alle drenge har en defekt på farvesansen, mens kun ca. 0,5 % af alle piger har problemer med farvesynet.

Det mest almindelige er rød-grøn farveblindhed.

Man kan undersøge folk for farveblindhed efter et system, der er opfundet af japaneren S. Ishihara.

Systemet består af en række testtavler, hver bestående af et mønster med en masse prikker, farvet i tætliggende nuancer.

I mønsteret vil man kunne se forskellige tal eller figurer. Hvad man ser, afhænger af om man har normalt farvesyn eller lider af en af formerne for farveblindhed..

### Øvelse 8

Vælg modulet *Er du farveblind?*

Læs introduktionen til modulet, inden du går ind i selve modulet.

I modulet kan du se 6 af de testtavler, der anvendes til at undersøge, om folk lider af farveblindhed..

Gennemgå tavlerne og læs forklaringerne.

Ved at klikke på *Farveadskillelse* i menubjælken, kan du se, hvordan henholdsvis R-, G- og B-tappene i øjet påvirkes af testtavlen. Du kan se i hvilket farveområde, de tal, normaltseende kan se, ligger. Dette er især interessant for de farveblinde. Tavlernes farve kan på skærmen afvige en smule fra originaltavlerne, og der kan være forskel på skærmenes justering og farvegengivelse. Derfor må tavlerne ikke bruges til egentlig test for farveblindhed.

Hvis du får mistanke om, at du lider af farveblindhed, og ikke vidste det i forvejen, bør du få det undersøgt ordentligt af sundhedsplejersken eller en læge.

Diskuter hvilken betydning det kan have at være rød-grøn-farveblind eller totalt farveblind

- når trafiklyset lyser rødt?
- når man skal afgøre, hvordan to farver "passer" sammen?
- et militærkøretøj er camoufleret med sløringsnet?
- en rødlig fugl flyver rundt foran de forårsgrønne træer i skovbrynet?
- vurdering af farvenuancerne i et maleri?
- andet

## Forskellige former for farveblanding

### Øvelse 9

Vælg modulet *Blanding af to farver*.

Her kan du indstille to projektørers farve næsten uafhængigt af hinanden.

Indstil den ene projektør til gult lys og den anden til blå.

Hvilken farve får du, når lyset fra de to projektører blandes?

Fik du også den farve, da du blandede gult og blåt lys i øvelse 6?

Det er ikke normalt den farve man siger man får, når man blander gult og blåt.

Men da tænker man normalt på en anden form for farveblanding.

Der findes nemlig to forskellige former for farveblanding:

**Additiv farveblanding og subtraktiv farveblanding.**

### Additiv farveblanding

Når du blander lys, er det additiv farveblanding. Når du øger lysstyrken af en projektør, øges påvirkningen af øjets sanseceller for den pågældende farve. Der lægges noget til.

Fra dine forsøg med additiv farveblanding, skal du vide følgende om blanding af primærfarverne.

$$\text{RØD} + \text{GRØN} + \text{BLÅ} = \text{HVID}$$
$$\text{GRØN} + \text{BLÅ} = \text{CYAN}$$
$$\text{RØD} + \text{BLÅ} = \text{MAGENTA}$$
$$\text{RØD} + \text{GRØN} = \text{GUL}$$

Når gult og blåt lys blandes, får du ved at bruge ovenstående, at

$$\text{GUL} + \text{BLÅ} = (\text{RØD} + \text{GRØN}) + \text{BLÅ} = \text{HVID}$$

som forklarer resultatet i øvelse 9.

Det gule lys påvirker både R- og G-tappene, og når du så lægger blå lys til, bliver også B-tappene påvirket, og du opfatter hvidt lys.

Hvis du derimod blander gul og blå farve på papir, får du normalt grønt som blandingsfarve.

Her er der tale om subtraktiv farveblanding, som du nu skal se nærmere på.

## Subtraktiv farveblanding

Når du maler på et stykke papir, bruger du normalt et stykke hvidt papir. Papiret er hvidt, når det belyses af hvidt lys, der jo indeholder alle farver. Det hvide lys reflekteres af papiret og går fra papiret ind i dine øjne, hvor det påvirker både R-, G- og B-tappene, og derfor opfatter du farven som hvid. Hvis du er i et rum uden andet lys end det elektriske og slukker for lyset, kan du ikke se papiret, da der ikke er noget lys, det kan reflektere ind i dine øjne, og det ser sort ud.

### Rødt farvestof

Hvis du maler med rød farve, bliver papiret rødt. Det er fordi det røde farvestof opsuger det grønne og blå lys, så kun det røde lys bliver reflekteret. Det grønne og blå lys danner jo tilsammen cyan, som er komplementærfarven til rød. Det røde farvestof tilbageholder altså komplementærfarven til rød. Da farvestoffet fjerner noget fra det hvide lys, taler vi om subtraktiv farveblanding. Virkningen kan beskrives således:

$$\text{HVID} - \text{CYAN} = \text{HVID} - (\text{GRØN} + \text{BLÅ}) = \text{RØD}$$

### Grønt farvestof

Hvis du maler med grøn farve på hvidt papir, bliver papiret grønt fordi det grønne farvestof opsuger magenta (rød + blå), som er komplementærfarven til grøn, og kun det grønne lys bliver reflekteret.

$$\text{HVID} - \text{MAGENTA} = \text{HVID} - (\text{RØD} + \text{BLÅ}) = \text{GRØN}$$

### Spørgsmål

Hvad sker der, når du maler med blå farve på hvidt papir?  
Beskriv farveblandingen på samme måde som for rød og grøn maling.

## Farvede filtre

### Øvelse 10

I stedet for at bruge farve på hvidt papir kan du lægge gennemsigtige, farvede stykker plastfilm (farvefiltre) på en overheadprojektor. Læg farvede filtre med primærfarverne på en overheadprojektor. Prøv dem hver for sig og lav derefter forskellige blandinger.

Hvis du lægger et rødt filter på, vil det ligesom den røde farve på papir tilbageholde farven cyan (grøn + blå), og kun tillade det røde lys at passere. Hvis du lægger et grønt filter på, tilbageholdes farven magenta (rød + blå), og kun det grønne lys passerer.

Hvis du lægger et blå filter på, tilbageholdes farven gul (rød + grøn) og kun det blå lys passerer.

Hvis du lægger et rødt og et grønt filter oven på hinanden, vil det røde filter tilbageholde farven cyan (dvs. både den grønne og blå farve) og det grønne filter vil tilbageholde magenta (dvs. både den røde og blå farve).

Da der efter passagen af det røde filter, kun er rødt lys tilbage, tilbageholdes dette, og der slipper ikke noget lys igennem.

$$\text{HVID} - \text{CYAN} - \text{MAGENTA} = \text{HVID} - (\text{GRØN} + \text{BLÅ}) - (\text{RØD} + \text{BLÅ}) = \text{SORT}$$

Nu kan man kun fjerne lys, når der er noget at fjerne, så derfor fjernes der i virkeligheden kun blå lys ved lysets passage af det første filter.

### Øvelse 11

Prøv at lægge filtre farvet i komplementærfarverne til primærfarverne på overhe- adprojektoren og beskriv de farveblandinger der opstår.

Når du skal beskrive farveblandingerne her, skal du huske at cyan filter tilbageholder primærfarven rød, magenta filter tilbageholder primærfarven grøn og gult filter tilbageholder primærfarven blå.

Cyan filter og magenta filter:

$$\text{HVID} - \text{RØD} - \text{GRØN} = \text{BLÅ}$$

Cyan filter og gult filter:

$$\text{HVID} - \text{RØD} - \text{BLÅ} = \text{GRØN}$$

Magenta filter og gult filter:

$$\text{HVID} - \text{GRØN} - \text{BLÅ} = \text{RØD}$$

Ved hjælp af filtre i farverne cyan, magenta og gul, kan du altså ved subtraktiv farveblanding blande sig frem til primærfarverne rød, grøn og blå.

Ved at bruge farverne cyan, magenta og gul og variere mætningsgraden, kan du blande sig frem til alverdens farver ved subtraktiv farveblanding på samme måde, som da du blandede lys med primærfarverne rød, grøn og blå.

**Øvelse 12**

Ved brug modulet *Subtraktiv farveblanding* kan du eksperimentere med virkningen af farvede filtre med forskellig mætningsgrad. Computerskærmen danner stadig farverne ved additiv farveblanding, men programmet simulerer (efterligner) subtraktiv farveblanding.

Prøv først de angivne indstillinger, og bland derefter frit.

Indstilling af mætningsgrad			FARVEN som dit øje ser
CYAN	MAGENTA	GUL	
100 %	100 %	100 %	a
0 %	0 %	0 %	b
0 %	100 %	100 %	c
100 %	0 %	100 %	d
100 %	100 %	0 %	e
			f
			g
			h
			i
			j

**Maling og firefarvetryk**

Man arbejder med subtraktiv farveblanding, når man maler, trykker farvebilleder i en bog eller ugeblad, bruger en farveprinter og ved fremstilling af farvefotos. På et trykkeri og i en farveprinter bruges grundfarverne cyan, magenta og gul ved trykningen af farvebilleder.

Mætningsgraden varieres ved at trykke med farverne i prikker med forskellig størrelse.

Når man trykker magenta med små prikker kommer der jo hvidt papir til syne imellem og prikkerne og farven synes lysere end hvis man bruger større prikker magenta.

Det kan være svært at trykke mørke farver på denne måde, så en mørkere farve frembringes ved at trykke med forskellige størrelser sorte prikker mellem grundfarverne.

Derfor bruger man i virkeligheden 4 farver: cyan, magenta, gul og sort og metoden kaldes også for firefarvetryk.

Ved fremstillingen af farvefotos benyttes tre tynde farvelag med farverne cyan, magenta og gul.

### Øvelse 13

Prøv at betragte et farvebillede i en bog eller ugeblad gennem lup.

Det kan være svært at skelne de enkelte grundfarver, da farverne ligger oven i hinanden efter trykningen.

## Blanding af gult og blå

### Øvelse 14

Vælg modulet *Blanding af to farver* og skift til subtraktiv farveblanding.

Gør det ene filter helt hvidt (fjern det), og indstil det andet til en mellemlå farve. Gør nu det første filter gult med stigende mætningsgrad og betragt blandingsfarven.

Passer det med dine erfaringer om blanding af blå og gul farve på papir?

Prøv med andre blandinger og prøv eventuelt at blande de tilsvarende farver med sprit-tusser og sammenlign resultaterne.

## Chromatografi

### Øvelse 15

For at lave farvestoffet i en sprit-tusse bruger fabrikanten nogle gange forskellige farvestoffer.

Lav chromatografi af sorte, grønne, brune og røde tusser.

Hvis du ikke kan huske, hvordan man laver chromatografi, må du kigge i en kemibog.

Prøv at beskrive resultaterne ud fra din viden om subtraktiv farveblanding.



## Ekstra øvelser

### Øvelse 16

Farvemixeren har også et modul, hvor du skal prøve at finde en farve ved subtraktiv farveblanding, *Find farven (subtraktivt)*.

Prøv dette modul.

Synes du, det er nemmere eller sværere at bestemme den rigtige farve ved subtraktiv farveblanding end ved additiv blanding?

### Øvelse 17

Når man fotograferer, laver man først nogle negativer på filmen i kameraet. Disse bruges når de færdige billeder skal laves.

Hvis du har adgang til nogle negativer og de færdige farvebilleder, kan du sammenligne farverne på negativet med de tilsvarende farver på billedet.

Hvordan er sammenhængen mellem negativets og billedets farver?

### Øvelse 18

Ved subtraktiv farveblanding er papirets farve afhængig af lysets farve, da papiret ikke kan reflektere flere farver, end der er i det indfaldende lys.

Lysets farve er af stor betydning for, hvordan man opfatter farver.

Vælg Farvemixerens modul *Farver i farvet belysning*.

Potentiometerne til venstre viser, hvor mange procent af det indfaldende lys, der reflekteres fra firkanterne (fordelt på de tre primærfarver).

Ved starten ses firkanterne i hvidt lys.

Hvordan ser firkanterne ud, hvis lyset kun er blåt.

Hvad sker der, når lyset er rødt eller grønt?

Når man laver sort/hvide fotografier i et mørkekammer, arbejdes der med rødt lys, da fotopapiret kun er følsomt overfor blåligt lys. Hvorfor er det en dårlig idé at skrive notater med rød kuglepen på hvidt papir, hvis det skal kunne læses i mørkekammeret?

Vælg hvidt lys.

Indstil den ydre firkant til hvid og den indre til rød.

Hvad sker der, når lyset gøres rødt.

Prøv at eksperimentere videre med forskellige farverefleksioner fra firkanterne og forskellige farver lys.

Lysets farve har stor betydning, når man skal skelne mellem forskellige farver og i det hele taget vurdere farver.

Forskellige elektriske lyskilder har forskellig farvekarakteristik, og derfor ser farver ikke ens ud i forskellige lyskilder.

I forhold til dagslys udsender glødelamper mere rødt og infrarødt lys.

En indstilling af belysningen, der nogenlunde svarer til almindelig indendørs belysning kan du lave ved at sætte rød til maksimum og grøn og blå til 85%.

Prøv at skifte mellem denne indstilling og helt hvidt lys, mens du betragter forskellige farver på firkanterne.

Prøv især med forskellige grønne nuancer.

Hvad observerer du?

Lyset fra lysstofrør og lavenergipærer dækker ikke alle farverne i spektret, hvilket kan ses ved at betragte lyset fra disse lyskilder gennem et spektroskop.

Natriumlamper, som bruges nogle steder til vejbelysning og sikkerhedsbelysning ved bl.a. flugtveje, udsender monokromatisk gult lys, dvs. lys, der kun indeholder en bestemt bølgelængde (589 nm). Denne tilstand kan ikke simuleres af Farvemixeren, men kan du regne ud hvilken betydning det har for bedømmelsen af farver, at lyset kun indeholder en bestemt bølgelængde lys?

Hvis skolen har en natriumlampe, kan den afprøves.