

Byggebeskrivelse og bruk av

kolorimeter

 **NTNU**

SKOLELABORATORIET FOR MATEMATIKK, NATURFAG OG TEKNOLOGI

Skolelaboratoriet for Matematikk, Naturfag og Teknologi - 2013

Byggebeskrivelse og bruk av
kolorimeter

Innhold og layout: Nils Kr. Rossing og Per-Odd Eggen

Trykking: NTNU-trykk

Utgave 1.0 - Rev. 5.4 - 22. nov. 2013

***Byggesettet leveres komplett med kyvette,
men uten batteri og voltmeter.***

En takk til ***Roy Even Aune*** som har lest korrektur
og gitt verdifulle kommentarer til byggeveiledningen.
Takk også til ***Sondre Knudsen*** og ***Magnus Lysø***
som har prøvebygget flere varianter av settet.



Innledning

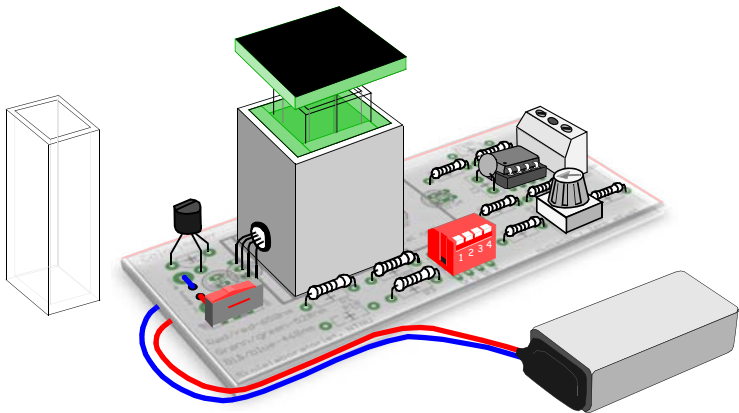
Hensikten med prosjektet har vært å utvikle et instrument som er så enkelt at elever selv kan bygge og forstå hvordan det fungerer. Så nøyaktig at det kan brukes til å gjøre pålitelige målinger av konsentrasjonen til oppløsninger, og så billig at skoler kan kjøpe inn classesett.

Et kolorimeter er et instrument som bestemmer konsentrasjonen i en oppløsning ved å måle relativ lysabsorpsjon i oppløsningen. Ved hjelp av noen få oppløsninger med kjent konsentrasjon, kan kolorimeteret kalibreres. Kalibreringskurven brukes deretter til å bestemme prøver med ukjent konsentrasjon.

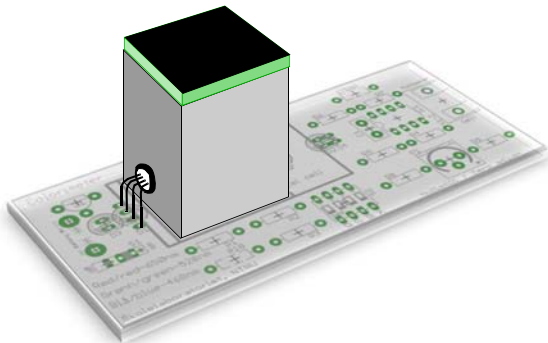
En kan velge mellom fargene rød (650 nm), grønn (520 nm) og blå (468 nm). Instrumentet blir mest følsomt ved å velge den fargen som gir høyest absorbans i oppløsningen. Dersom oppløsningen f.eks. er blå, vil det være best å velge rød som er nær komplementærfargen til blå.



Byggevejledning

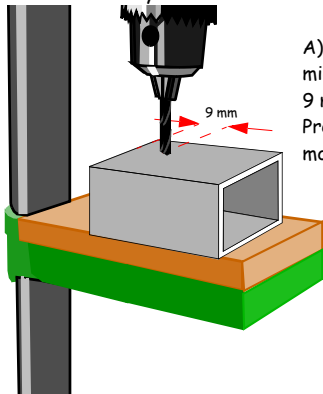


Bygg kvvettekammeret

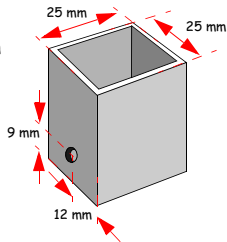


1. Kyvettekammeret

Kammeret lages av en kvadratisk aluminiumsprofil, 25 mm x 25 mm og ca. 40 mm høy.



A) Bor et 6,5 mm hull midt på kammerveggen 9 mm fra nedkant. Press boret forsiktig mot veggen.

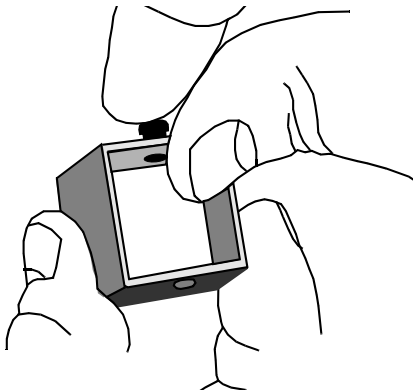
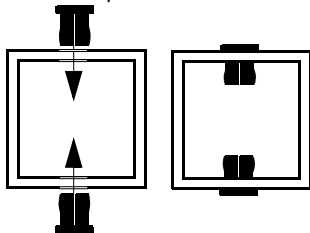


B) Bor gjennom begge veggene slik at de to hullene blir stående rett overfor hverandre.

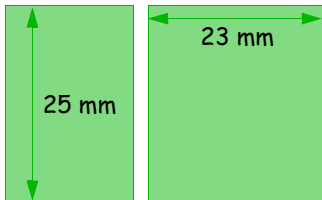
2. Monter diodeholderne.

Diodeholderne presses gjennom hullene *fra utsiden*. Dette kan være litt vanskelig.

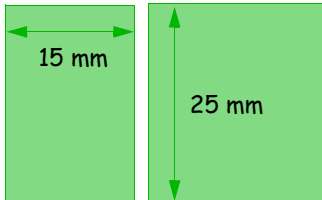
Press diodeholderne inn i hullene fra utsiden av kyvettekammeret



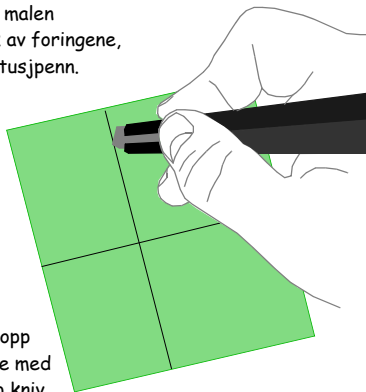
3. Kammeret fores innvendig av fire stk. 3 mm mosegummi.



A) Bruk malen og merk av foringene, med en tusj penn.



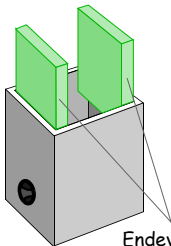
B) Dele opp stykkene med en skarp kniv.



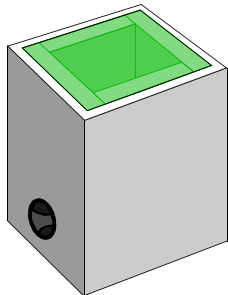
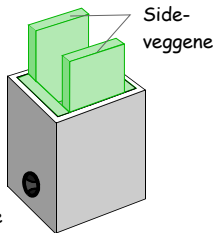
4. Plasser foringene.

Press foringene ned på innsiden av kyvettekammeret slik at de står kant i kant med toppen av kammeret og ikke rekker ned til diodene.

A) Stikk foringene ned langs veggene på innsiden av kyvettekammeret.



Først de brede på innsiden av endeveggene. Derneft de smale på innsiden av sideveggene.

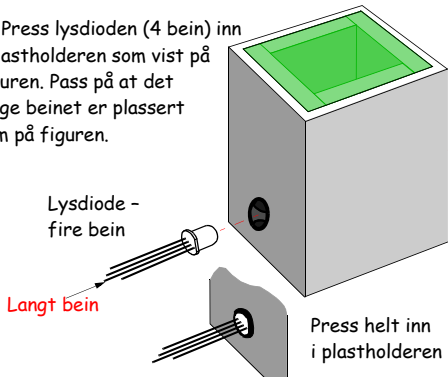


5. Monter lysdioden og fotodioden i kyvettekammeret

D₁ - Trefarge lysdiode - fire bein (L-154A4SURKPBAVGAW)

D₂ - Fotodiode - to bein (SFH203 IR)

A) Press lysdioden (4 bein) inn i plastholderen som vist på figuren. Pass på at det lange beinet er plassert som på figuren.



Fotodiode - to bein



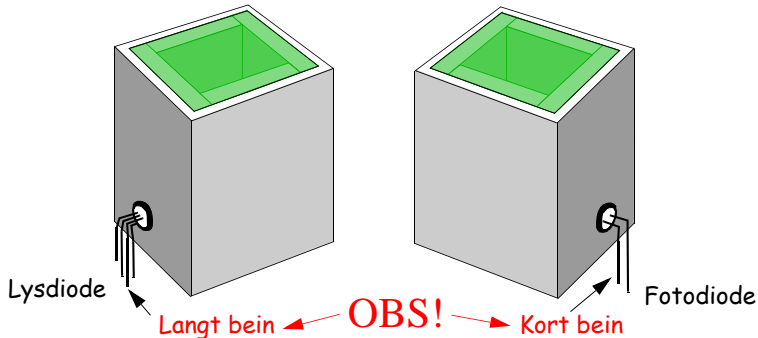
Kort bein

B) Press fotodioden inn i plastholderen som vist på figuren. Pass på at det korte beinet kommer på rett side.

OBS!
Diodene
må stå
rett vei

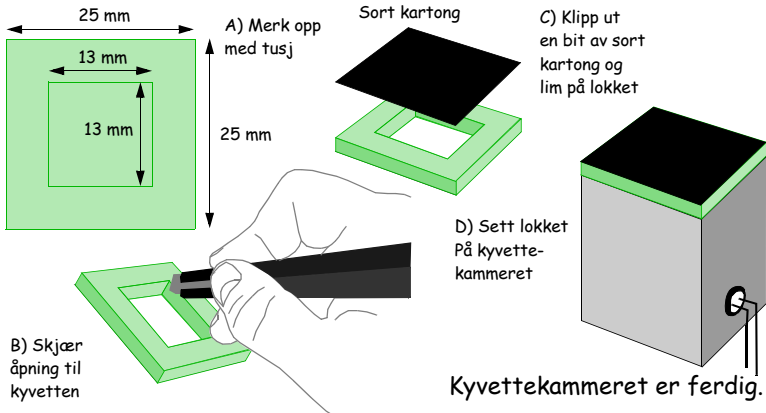
6. Tilpass beina til diodene

Bøy beina til diodene i rett vinkel som vist på figuren. Tilpass av standen mellom beina slik at de passer til hullene i kretskortet.

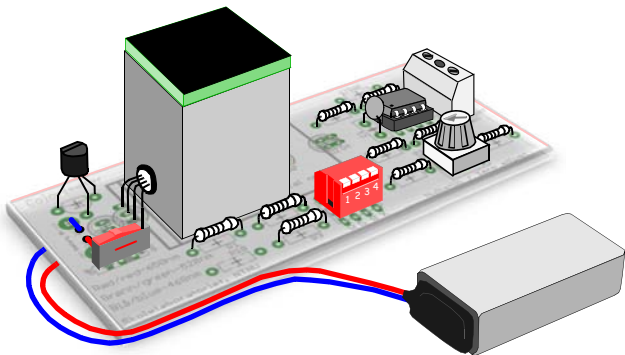


7. Lokk

Lag et lokk av mosegummi og sort papp og reduser lyslekkasjen.



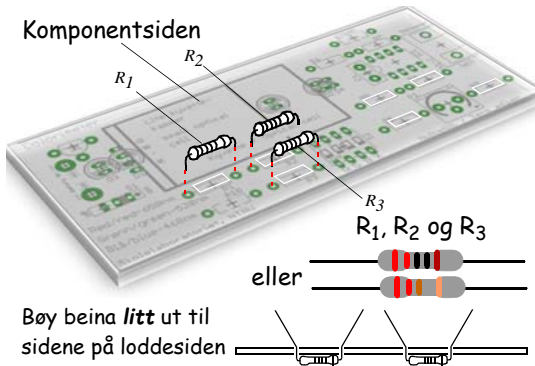
Monter kretskortet



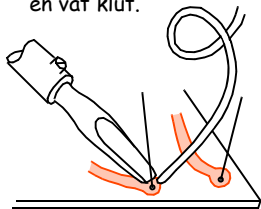
8. Monter motstandene

R_1 , R_2 og R_3 - 220 Ω (rød, rød, sort, sort, brun eller rød, rød, brun, gull)

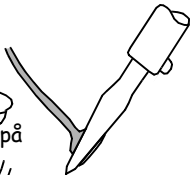
Bøy beina til motstandene og stikk dem inn fra *komponentsida* (siden med tekst) og bøy dem litt til siden slik at de ikke faller ut. Lodd dem til kobberbanene på *loddersida* (undersiden) og klipp av beina inntil loddingen.



Loddekurs

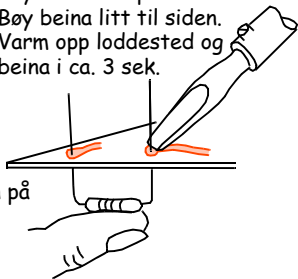


D Tilfør loddetinn til loddestedet, ikke loddebolten.



B Ta litt loddetinn på spissen.

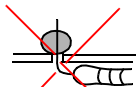
C Trykk inn komponenten. Bøy beina litt til siden. Varm opp loddested og beina i ca. 3 sek.



E Ta bort loddebolten.



God lodding



Dårlig lodding

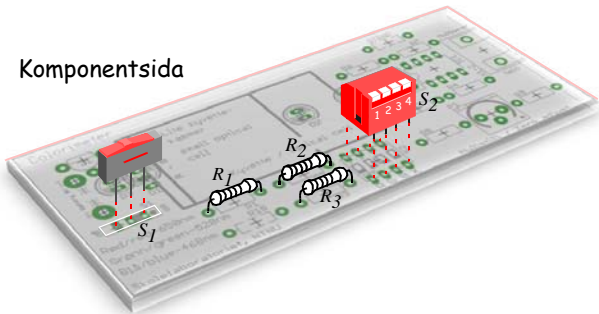
9. Monter bryter S_1 og S_2

S_1 - Batteribryter

S_2 - Bryter for lysfarger

Plasser bryterne som angitt på kortet og lodd.

Komponentsida

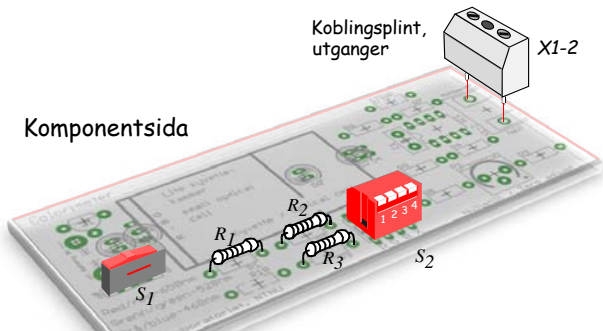


10. Monter koblingsplint på utgangen

X1-2 - koblingsplint, 2 polt

Plasser koblingsplinten som vist på figuren.

Lodd komponenten til kobberbanene på loddesida.

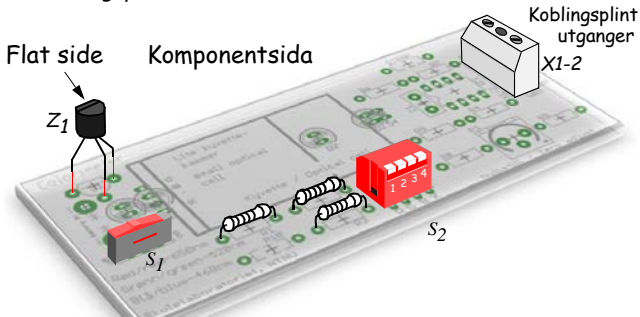


11. Monter spenningsregulatoren

Z_1 - LM78L05 (5V spenningsregulator)

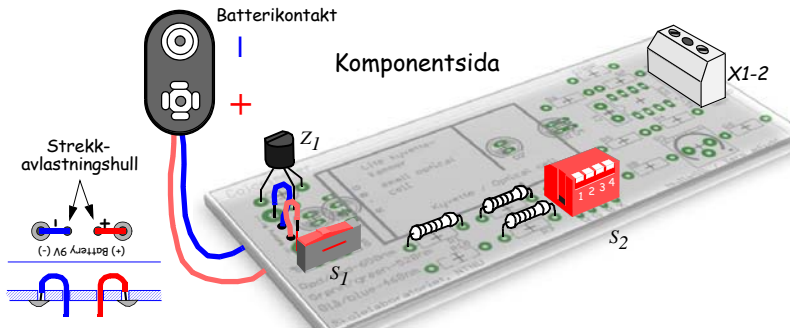
Spre beina på spenningsregulatoren og plasser den som vist på figuren.

NB! Pass på at den flate sida vender riktig vei. Ikke press komponenten helt ned til monteringsplata.



12. Monter batterikontakten

Stikk rød ledning opp gjennom strekkavlastningshullet merket + og ned gjennom loddestedet til høyre. Stikk blå ledning opp gjennom strekkavlastningshullet merket - og ned gjennom loddestedet til venstre. Lodd ledningen på loddessiden som vist på tegningen nederst til venstre.



13. Monter motstandene:

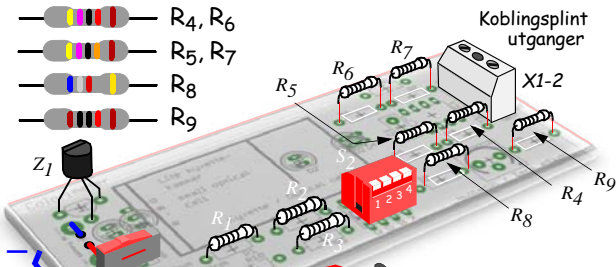
R_4, R_6 - 47 k Ω (gul, fiolett, sort, rød, brun)

R_5, R_7 - 470 k Ω (gul, fiolett, sort, orange, brun)

R_8 - 680 Ω (blå, grå, brun, gull)

R_9 - 10 k Ω (brun, sort, sort, rød, brun eller brun, sort, oransje, gull)

NB! Strap'en monteres ikke.

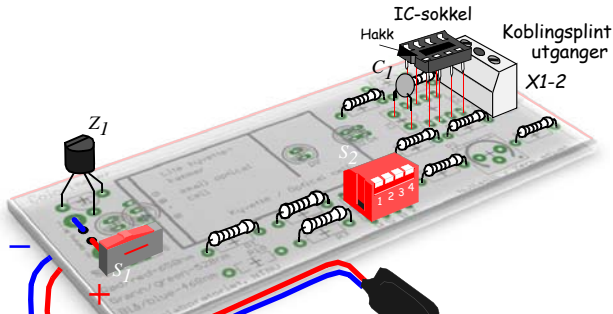


14. Monter IC-sokkel og kondensator

C_1 - 47nF (kondensator)

IC-sokkel - 8pin sokkel

Pass på at hakket i sokkelen plasseres over hakket til omrisset på monteringsplata. Bøy beina til sokkelen ut til siden på loddessida.

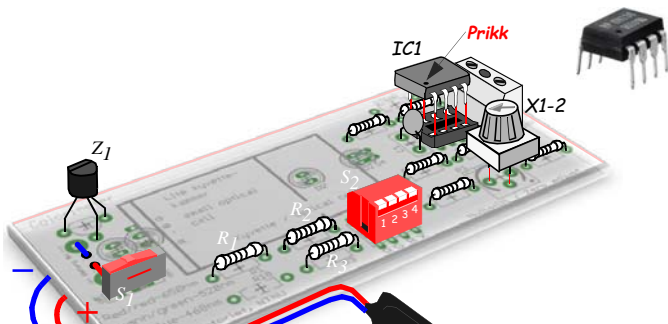


15. Monter trimpotensiometeret og integrert krets

P_1 - 500 Ω (trimpotensiometer)

IC1 - CA3130FZ (operasjonsforsterker)

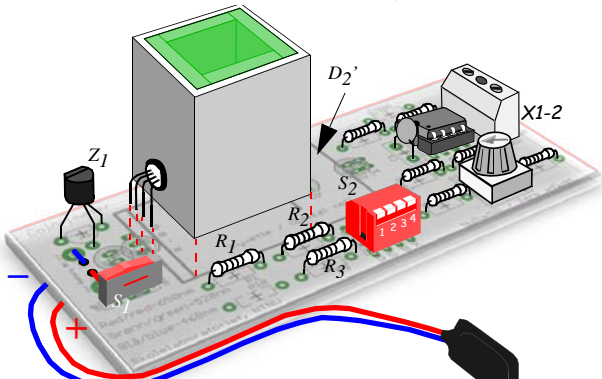
Pass på at **prikken** på den integrete kretsen skal være på samme side som hakket i sokkelen.



16. Montering av kvvettehus

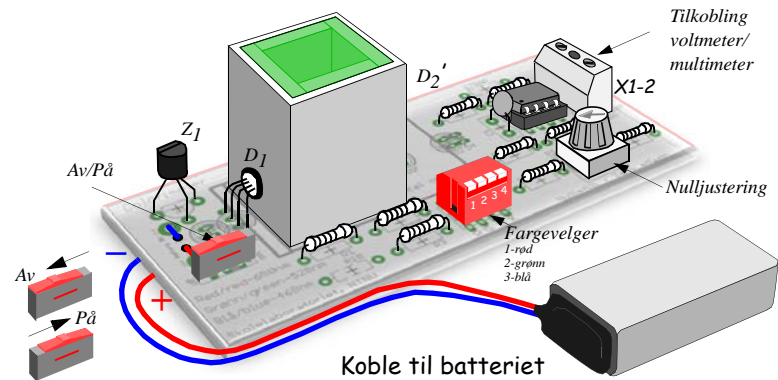
Pass på at lysdioden (fire bein) plasseres i posisjon D_1 .

Fotodioden (to bein) plasseres i posisjon D_2' , bak kvvettekammeret

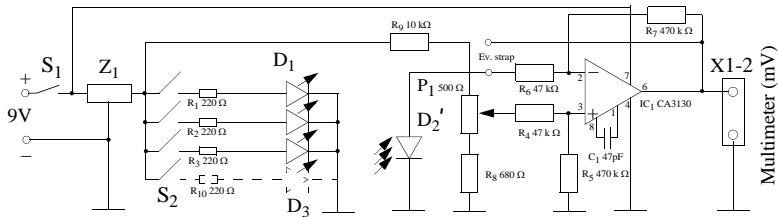


17. Ferdig kolorimeter med nulljustering

Figuren viser funksjonene til de ulike bryterne og potensiometeret.



Kolorimeterets koblingskjema m/nulljustering



Komponentliste (100-pris)

Spenningsregulator LM78L05ACZ,
ELFA: 73-285-50, Stk.pris: kr. 4,12

Lysdiode tricolour L-154A4SURKPBAVGAW,
Skolelaboratoriet Stk.pris: kr. 12,00

Fotodiode SFH203 IR 5 mm,
ELFA 75-100-09, Stk.pris: kr. 6,59

LED-holder plast,
Clas Ohlson, 2 stk.pris: kr. 4,64

Batterikontakt,
ELFA 69-143-11, Stk.pris: kr. 7,33

DIL strømbryter,
ELFA 35-397-23, Stk.pris: kr. 10,50

Koblingsplint 2 polt,
ELFA 48-374-64, Stk.pris: kr. 1,90

Operasjonsforsterker CA3130EZ,
ELFA: 73-063-01, Stk.pris: kr. 10,60

Potensiometer,
ELFA: 64-634-34: Stk.pris: kr. 23,40

Skyvebryter,
ELFA 35-360-18: Stk.pris: kr. 7,41

Keramisk kondensator 47 pF,
ELFA 65-691-98, Stk.pris: kr. 0,55

Kullfilmmotstand 220 Ohm (3 stk)
ELFA: 60-502-24. 3 stk. pris: kr. 0,33

Kullfilmmotstand 10 kOhm
ELFA: 60-502-44. Stk.pris: kr. 0,17

Kullfilmfilmmotstand 680 Ohm
ELFA 60-502-30. Stk.pris: kr. 0,17

Metallfilmmotstand 47 kOhm
ELFA: 60-592-59. 2 stk.pris: kr. 2,16

Metallfilmmotstand 470 kOhm
ELFA: 60-592-84. 2 stk.pris kr. 2,16

Plastposer, 20,3 x 12,7 cm:
ELFA 80-075-54. Stk.pris: kr. 1,37

Kond. Skum 300 x 300 x 5 mm,
ELFA80-092-76. Stk.pris: kr. 0,50

8 pins sokkel,
ELFA: 48-155-61, Stk.pris: kr. 0,58

Kretskort
Skolelaboratoriet Stk.pris kr. 8,00

Kyvettekammer, verksted
Alluminium profil: 25 x 25 x 40 mm

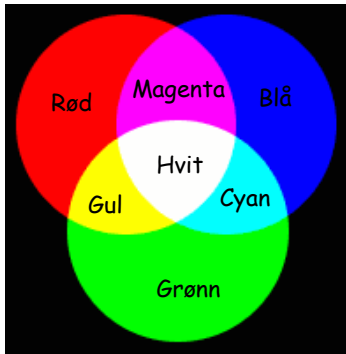
Totalt komponentkostander: **108,90 + MVA**

Enkel fargelære

Ved å blande rødt, blått og grønt lys kan vi i prinsippet frambringe en hvilken som helst farge. Vi kaller disse for *primærfargene*.

Blander vi to og to av primærfargene får vi tre nye farger: **Cyan**, som er en blanding av blått og grønt, **magenta**, som er en blanding av rødt og blått, og **gult**, som er en blanding av rødt og grønt. Cyan, magenta og gult kalles *sekundærfarger*.

Blanding av alle tre primærfargene gir hvitt dersom fargene er mettet.



Additiv fargeblanding

Vi legger merke til at blandingen av magenta og grønt også gir hvitt lys. Disse kalles derfor *komplementære farger*. Av samme grunn er blått og gult, og rødt og cyan komplementære fargepar.



Den ene av to komplementære farger har ikke spor av den andre, og omvendt. Det betyr at rødt lys vil bli stoppet helt av et cyanfarget filter om fargen er mettet. Tilsvarende stoppes grønt lys av et magenta-farget filter, og blått lys stoppes av et gult filter.

En farget oppløsning vil oppføre seg som et filter og absorbere farget lys. Jo sterkere oppløsningen er, jo mer mettet er fargen, og jo mer lys absorberes. Absorpsjonen vil øke jo nærmere lyset kommer komplementærfargen til oppløsningen.

Har vi en cyanfarget oppløsning vil det lønne seg å velge rødt lys.

Følgende gir fornuftige fargevalg:

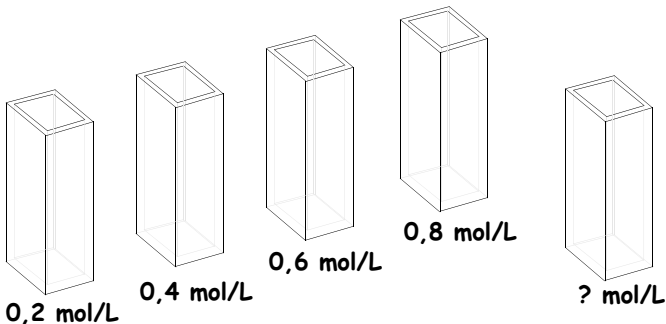
Cyanfarget oppløsning	->	Rødt lys
Magentafarget oppløsning	->	Grønt lys
Gul oppløsning	->	Blått lys

Har vi derimot en rød oppløsning burde vi velge cyanfarget lys. I prinsippet fås dette ved å blande grønt og blått lys. Om dette er riktig kan vi undersøke ved å tenne to lysioder.

Rød oppløsning	->	Bland grønt og blått lys
Grønn oppløsning	->	Bland blått og rødt lys
Gul oppløsning	->	Bland rødt og grønt lys

Vær oppmerksom på at blandet og rent lys ikke trenger å oppføre seg likt.

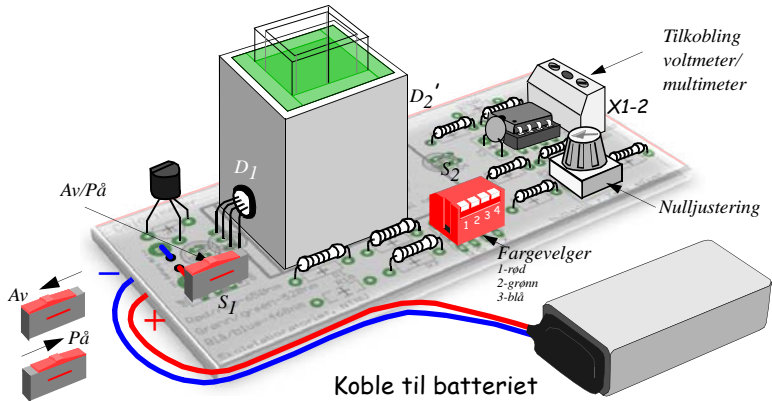
Kalibrering og bruk av kolorimeteret



Bruk av kolorimeteret med nulljustering

1. Slå på kolorimeteret ved å skyve den røde Av/På bryteren (S_1) mot høyre.
2. Velg farge ved å skyve ned en av de fire bryterne
R - Rød (650 nm)
G - Grønn (520 nm)
B- Blå (468 nm)
3. Sett en kyvette med rent vann ned i kammeret. Vend kyvettens blanke sider i kammerets lengderetning. Sett på lokket.
4. Koble til et multimeter på utgangen (X1-2) merket *Multimeter*.
5. Sett multimeteret på mV (f.eks. 200 eller 2000 mV).
6. Juster potensiometeret merket "Nullstill" slik at multimeteret viser ca. 10 mV. På denne måten kallibrerer vi bort det som er av lyslekkasje i kyvettekammeret.

7. Kolorimeteret er nå klart til å kalibreres.



Kalibrering av kolorimeteret

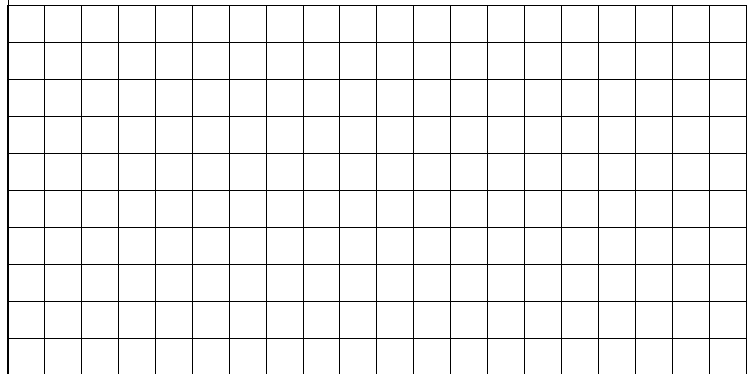
1. Lag kontrollerte oppløsninger med det stoffet som skal måles: 0,0 (rent vann) 0,1, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 og 1,0 mol/liter.

Konsentrasjon	0,0mol/L	0,1mol/L	0,2mol/L	0,4mol/L	0,6mol/L	0,8mol/L	1,0mol/L	X
Gram CuSO_4^a i 100 ml vann	0,00	2,50	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	
Avlesning mV (Rødt lys)								
Avlesning mV (Blått lys)								

a. Vanlig, blått kobbersulfat med krystallvann ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). 249,70 gram/mol.

2. Sett kyvettene ned i kammeret og les av verdiene på multimeteret for hver av oppløsningene.

▲ [mV]



0,1

0,2

0,3

0,4

0,5

0,6

0,7

0,8

0,9

1,0

Måling av konsentrasjon med standardkurve

1. Nulljuster slik som beskrevet på side 34.
2. Les av verdiene for alle løsningene med rødt lys, og fyll inn i en tabell lik den på side 36.
3. Les av verdiene for alle løsningene med blått lys, og fyll inn i den samme tabellen.
4. Avgjør hvilket lys (hvilken bølgelengde) som er best egnet til å lage en standardkurve.
5. Avgjør hvilken del av kurven du anser som rettlinjet (bare den delen er egnet som standardkurve).
6. Mål den ukjente løsningen og finn konsentrasjonen ved å se på standardkurven. Hvis den ukjente løsningen er for konsentrert, kan man fortynne den (vær nøyaktig med fortynningen!) for å komme innenfor standardkurven.

Måling andre salter i vann

Drikkevann i bolighus har man normalt flere metallioner i løsning. To eksempler kan være kobberioner og jernioner. Kobberioner kan komme fra kobberrør, jernionene fra jernrør eller fra jordsmonnet. Forsøket under belyser hvordan man kan måle konsentrasjonen av kobberioner, selv om vannet i tillegg inneholder jernioner.

1. Nulljuster slik som beskrevet på side 34.
2. Lag standardkurve for kobberioner som beskrevet på sidene 36-38
3. Lag en tilsvarende kurve for jernioner.
4. Prøv å finne hvor stor feilkilde du får om du måler kobberioner, men har en prøve som er litt forurenset av jernioner.
5. Gjør samme vurdering for måling av jernioner i en løsning som er forurenset av kobberioner.

