

FYS 2150 EKSPERIMENTALFYSIKK

Fysisk institutt, UiO

INTRODUKSJON

Generell orientering

Velkommen til kurs i eksperimentalfysikk!

FYS 2150 er litt forskjellig fra andre fysikkurs som du tar. Fokus er mer på å lære eksperimentelle metoder enn på å tilegne seg fysikkunnskaper. I løpet av våren skal vi eksperimentere på labben. Vi ønsker at både studenter og veiledere skal ha en fin tid sammen. Aller først ber vi deg om å lese denne orienteringen nøye. Den inneholder ting som er vesentlige for å få et godt utbytte av kurset. Den kan med fordel tas frem og leses om igjen i løpet av kurset!

Emner som blir behandlet i denne orienteringen er:

Innledning: Om observasjon	s 1
Kursinnhold	s 2
Øvelsestitler	s 3
Organiseringen av kurset	s 4
Veiledning	s 5
Generelt om journalskriving	s 6
Viktige kommentarer om journalskriving	s 7
Eksempel på en journal	s 7
Kommentarer til journalen	s 9
Hva kreves av en god journal?	s 11

Innledning: Om observasjon

Hvordan oppnår vi ny kunnskap innen fysikk og naturvitenskap? Svært ofte gjøres dette ved at vi først *observerer* og *beskriver* naturen. På bakgrunn av observasjonene og beskrivelsene, kan vi siden gjøre klassifiseringsarbeid, slik at teoretikeren får noe å jobbe med. Svært ofte har observasjonene vært gjort uten at det er noen teoretisk forståelse for det man har observert. Eksperimentet stimulerer teoretikeren. Men ofte skjer også det motsatte. Teorien sier at det er ting eller forhold som skal kunne forekomme, men det er aldri observert. Da er det teorien som stimulerer og utfordrer eksperimentatoren. Teori og eksperiment er sammen om nye oppdagelser.

Et neste nivå i dette er teknologiutviklingen, hvor teknologene griper fatt i teoretiske og eksperimentelle oppdagelser og utvikler teknologi for å gjøre disse anvendelige.

Ofta finner man tilfeller der vi ikke kan gi svar på "hvorfor?" spørsmål. Dette vil du også oppleve i dette kurset, og en del av utdanningen er å kunne håndtere også slike situasjoner og å kunne trekke konklusjoner fra ting som du observerer uten at du har full forståelse av "hvorfor". Et delmål med kurset er å gjøre deg til en "håndverker" i å planlegge og utføre observasjoner innen fysikk. I det ligger det også at du skal lære å beskrive observasjonene på en ordentlig måte.

For å bli en eksperimentalfysiker må du beherske en del metoder. Du må lære deg hvordan en karakteriserer forskjellige prosesser og utstyr. Når du for eksempel skal observere en forsterker, hva er det da du bør legge merke til? Hva er det som karakteriserer den? Vi må definere begreper som linearitet, frekvensgang, impedanser m.m. Ikke bare må du lære deg mulige måter å karakterisere prosesser på, men du må også lære deg hvordan du kan foreta selve målingene. Hvordan skal du bruke instrumenter både som signalgivere og til å registrere signaler når du skal foreta målingene? Hvordan skal du innrette deg for å forstyrre minst mulig den eksperimentoppstillingen du ønsker å undersøke? Det er også noe av det vi kommer inn på i dette kurset.

Sist, men ikke minst, skal du i løpet av kurset lære deg å skrive ned dine observasjoner slik at du selv eller andre når som helst siden skal kunne finne ut 1) Hvilken hensikt du hadde med dine observasjoner, 2) Hvordan du gikk fram ved måling og observasjon, 3) Hvilke resultater du kom fram til, og endelig 4) Hvilke foreløpige slutninger eller kommentarer du hadde til resultatene eller målingene.

* * *

Vi håper du har merket deg at et kurs i eksperimentalfysikk er noe annet enn et vanlig fysikkurs. Prøv å bli deg bevisst hva kurset *egentlig* tar opp, og hva slags kunnskaper og ferdigheter som vi forventer du skal lære deg her. På denne måten tror vi at utbyttet kan bli langt større enn om du tror at du skal få lære f.eks. *hvorfor* en solcelle gir en elektrisk energi ved belysning, for *det* får du altså *ikke* lære her. Men hvordan du går fram når du skal karakterisere en solcelle, og litt om hvilke egenskaper den har, *det* vil du lære, blant annet gjennom egne målinger og observasjoner. Det vi gjerne vil oppnå med kurset, er at du tilegner deg både kunnskaper, ferdigheter og holdninger som kan være nyttige dersom du skal drive eksperimentell virksomhet senere. Lykke til!

Kursinnhold

FYS 2150 er delt inn i tre moduler. Øvelsene i Modul 1 og 2 er noe elektronikkorientert og kan sees på som et "yrkesskolekurs" for eksperimentalfysikere. Ett av målene med øvelsene i disse modulene er å gi deg erfaring med bruk av en del basisinstrumenter. Du skal også få erfaring i å koble opp eksperimentoppstillinger etter gitt skjema, og du skal få litt erfaring med å planlegge et eksperiment og vurdere måledata. Du vil se eksempler på at selve måleprosessen vil kunne forstyrre det vi måler på. I andre tilfeller vil forandring i omgivelsene kunne påvirke resultatene. Det du måler behøver altså ikke nødvendigvis representere "sannheten". Dette er forhold som du må kunne vurdere.

Modul 1 og 2 har relativt lange øvelsestekster med mye bakgrunnsstoff og detaljert beskrivelse av fremgangsmåte. Modul 3 består av klassiske øvelser for demonstrasjon av fundamentale

fysiske prinsipper. Når vi kommer til Modul 3 håper vi at du har fått den erfaring som du trenger for å planlegge og gjennomføre et eksperiment. Tekstene er derfor i en mer nøktern form.

Noen av de aspektene vi ønsker å ta opp i kurset er:

- Om det å måle, og hvordan et fysisk system kan påvirkes av målinger.
- Bruk av standard måleinstrumenter og utstyr (vesentlig elektriske/elektroniske), slik som multimeter, oscilloskop, funksjonsgeneratorer osv.
- Presentasjon av måledata på en ordentlig måte, ved hjelp av tabeller, histogrammer, x-y plot (lineært, halvlogaritmisk, dobbeltlogaritmisk).
- Skrivning av laboratoriejournal, og evaluering av informasjon som ligger i måledataene.
- Bestemmelse av funksjonssammenheng som binder de variable parametrene sammen med de målte størrelsene.
- Bruk av statistikk og usikkerhetsregning, bl.a. for å forstå forskjellen mellom målte og sanne verdier.

Øvelsene

Modul 1:

1. Multimeter og oscilloskop
2. Vekselstrøm
3. Kondensatoren og RC-filtre

Modul 2:

4. Resonanskretser
5. Optoelektronikk
6. Transistorer og spenningsforsterker
7. Operasjonsforsterkeren
8. Elektriske og magnetiske felter i våre omgivelser
9. AM og FM Modulasjon, impedans og stående bølger
10. Spenningsforsyning
11. Solcellen

Modul 3:

12. Magnetiske effekter.
13. Geometrisk optikk.
14. Polarisasjon.
15. Bølgeoptikk.
16. Braggdiffraksjon.
17. Gammastråling

Øvelsestektene legges tilgjengelig på kursets hjemmeside i pdf-format.

I øvelsestekstene for Modul 1 og 2 vil du finne avsnitt merket som:

♠ *For de mest interesserte:*

I slike avsnitt gir vi en del stoff som du *kan* kutte ut dersom du vil. Som headingen viser, er avsnittet ment for de ekstra ivrige.

I tillegg har vi andre avsnitt merket som:

© *Nyttige tips:*

Dersom du er usikker på hvordan du skal gå frem, les dette:

Slike avsnitt gir ofte opplysninger som kan være av interesse også utenfor den øvelsen de forekommer i. Enkelte av disse "boksene" kan det kanskje være nyttig kopiere og samle på ett sted som en slags referanse.

Vi vil også be deg merke følgende: I teksten har vi ikke skilt ut nøyaktig hva som skal gjøres og hvilke spørsmål dere skal svare på. Dette er gjort med hensikt! Når du forbereder deg til labben, vil det derfor være en fordel at du merker av detaljer og ting du ønsker å huske på når du skal gjøre øvelsen, og de spørsmålene som oppgaveteksten spesifikt ber deg om å svare på.

Organiseringen av kurset

Vi starter første labdag med noen praktiske opplysninger og så går vi rett løs på øvelse 1 fra Modul 1. I gjennomføring av øvelse 2 og 3 deles labpartiene i to. Den ene gruppen tar Øvelse 2 og den andre Øvelse 3 i andre labuke, og så byttes dette uken etter. I Modul 2 og 3 vil alle øvelsene kjøres parallelt. Studentene vil bli inndelt i grupper og det vil bli satt opp en kjøreplan som viser hvilken øvelse du skal ta hver uke, og hvilken veileder som skal rette journalen din.

Uke 14 er satt som undervisningsfri uke og det blir da heller ingen lab. På grunn av helligdager vil de 6 øvelsene i Modul 3 gå over 7 uker. Siste lab-uke blir dermed Uke 22.

Journaler for Modul 1 leveres i "posthulle" utenfor labben. Der er det også en egen hulle for beskjeder fra studentene til kursledelsen. Alle beskjeder fra ledelsen til studentene blir lagt ut på kursets hjemmeside. Vi vil også bruke oppslagstavlene utenfor lablokalene.

Journalene for Modul 2 og 3 skrives på labben og leveres ved slutten av lab-dagen. Vi vil gi 30 minutter ut over ordinær lab-tid til å skrive ferdig journalen. Denne halvtimen er primært ment å være for å avslutte journalen og ikke for å fortsette målingene. De studentene som velger å bruke PC for journalskriving vil da også kunne gå og få skrevet ut journalen. Vi har ikke skrivere på selve labben hvor dere kan gjøre dette.

Det er ikke noen slutteksamen i kurset, men det vil bli satt en "poengkarakter" på hver enkelt journal i Modul 2 og 3. Endelig karakter vil bli satt etter en mappeevaluering. Lag deg en mappe

for rettede journaler. Denne mappen skal leveres inn etter avsluttet labkurs. Den vil være grunnlag for tilsynsensors vurdering og for den endelige karaktersetningen. Det vil ikke bli satt karakterer på journalene i Modul 1. De tre journalene fra denne modulen er ment å skulle gi en innføring og innkjøring før "alvoret" begynner. Poengene på de enkelte øvelsen vil ikke bli oppgitt, men som en midtveisevaluering vil du få en foreløpig, veiledende "poengkarakter" for Modul 2 som viser hvordan du ligger an. Det kan være en god investering av tid å gjennomgå journalen når du får den tilbake etter retting, og merke deg de tingene som veileder har kommentert.

For å få godkjent kurset må alle øvelser være gjennomført. Det betyr at fremmøte blir registrert. Alle journaler fra Modul 1 må i tillegg også være godkjent. Det er ikke noe krav om at alle journaler fra Modulene 2 og 3 skal være godkjent. En ikke godkjent journal fra disse modulene vil imidlertid bli gitt en poengsum som ville gitt karakteren "F". En innlevert journal vil imidlertid nesten alltid gi mer enn 0 poeng. Leverer du ikke vil du få 0. Det lønner seg altså å levere selv om du synes produktet er dårlig.

Noen studenter vil, på grunn av sykdom, reiser, eller lignende, ikke kunne gjennomføre alle øvelsene til oppsatt tid. Det er ikke tid til en oppsamlingsuke for å ta igjen slike utsatte øvelser. Derfor må du selv sørge for å benytte ledig kapasitet på andre labdager for å komme ajour. Dette avtaler du med kursledelsen underveis. Planlegger du å reise bort kan det også være en god ide å ta en ekstra øvelse på forskudd. Det vil normalt ikke være mulig å ta igjen øvelser i Modul 1 og 2 etter at Modul 2 er avsluttet.

Veiledning

Kurset er lagt opp slik at du langt på vei skal kunne tilegne deg ferdigheter og kunnskap på egen hånd. Lurer du på hvordan ting skal gjøres mens du er på labben, kan første trinn i det å komme videre være å spørre en medstudent som holder på med samme øvelse om råd. Du kan naturligvis også spørre en veileder om hjelp. Det er derfor de er der.

Det er også meningen at du skal få hjelp til egen læring fra veilederen som retter journalen din. Dette skjer på følgende måter:

1. Veileder gir kommentarer i journalen over ting som er feil eller som kan gjøres bedre.
2. Veileder går gjennom journalen muntlig med deg.

Noen studenter er redde for kritikk og synes det er ille å få mye "rødt" i journalen ved rettingen. Dette er helt misforstått. Mange kommentarer betyr at veileder forsøker å gi deg mange tips til ting som kan gjøres bedre. Kritikken skal være et hjelpemiddel til å forbedre din egen journalskriving. Det er heller ikke slik at du bør være fornøyd dersom du får en journal tilbake der det ikke er gitt noen kommentarer til forbedring,. Du bør da be veileder om hun/han kanse på journalen sammen med deg og komme med tips til forbedringer.

Noen studenter synes at det er irriterende at vi terper på det de mener er bagateller, slik som overskrifter, figurnumre og -tekster, tabelloppsett, enheter, gjeldende sifre, osv. Dette er imidlertid noen av de tingene som du skal lære i dette kurset. Når du senere skal skrive artikler og rapporter fra undersøkelser, settes det formelle krav til slike ting.

Se ikke på journalene underveis i semesteret som en masse små eksamener, men heller som praktiske øvelser hvor du skal lære å trekke ut det vesentlige i et forsøk, og hvor du skal lære å formulere dette på en forståelig måte. Du skal kunne lage en god presentasjon og vurdering av måledata. Vi som retter journalen skal veilede deg til å gjøre dette så godt som mulig. Progresjon i løpet av semesteret vil også kunne trekkes inn i den endelige karaktersetningen.

Vi kan som veiledere ikke bruke ubegrenset tid på hver journal vi retter (maks 30-45 min per journal). Det betyr at vi i praksis bare vil gi *en del* av de viktigste tips til forbedring. Har du en journal som er svært mangelfull, blir bare grove ting bli tatt opp. Har du en nær perfekt journal, vil de finere detaljer bli diskutert.

Ulike veiledere vektlegger litt forskjellige detaljer. For at du skal få så mangfoldige tips til forbedring som mulig, har vi satt opp turnus slik at du vil få rettet journaler av alle veilederne. Ta gjerne kontakt med veileder også utenom labtid dersom du har spesielle ting som du lurer på.

Løpende tilbakemeldinger gjennom kurset

Vi vil gjerne motta konstruktiv kritikk og tips til forbedringer av kurset. Det finnes en rubrikk på et eget **forsideark** for journalen for dette formål. (**Dette arket skal følge hver journal!**) Kommentarer som vi får inn her vil komme senere studenter til gode. Vi har likevel en mening med kurset som ikke alltid lar seg forene med enkeltstudenters ønsker. Av denne grunn vil vi ikke følge opp alle tips.

Generelt om journalskriving

Når du skal til å skrive journaler for en lab-øvelse, er det i utgangspunktet vanskelig å vite hva vi i kursledelsen ønsker du skal legge vekt på. Hvor lang og hvordan ønsker vi at en labjournal skal være? Først vil vi bare presisere at vi egentlig ikke ønsker en journal skrevet primært for oss. Det vi ønsker er at du skal lære å skrive en journal slik at du kan bruke samme mønster når du senere skal skrive en journal eller rapport over eksperimentene som du gjør i andre undersøkelser.

Hvordan vil du ønske at journalen skal se ut? Jo, du ønsker at journalen er lesbar, og at du ikke må slå opp i alle mulige andre kilder for å skjønne hva tallene (målingene) går ut på. Hvordan et eksperiment er gjennomført er normalt ikke nødvendig å gi i detalj *så fremt du kan henvise til lett tilgjengelig materiale som forteller hvordan du har gått fram*. Gjør du endringer fra det som er standardoppstillingen, må selvfølgelig dette beskrives. Men selv om du refererer til en kokebok, bør du i kort fortelle *hovedlinjen* i det du gjør (hva eksperimentet går ut på). For eksempel synes vi en setning som "Koblet opp og målte slik som beskrevet" er for kort! Vi liker bedre noe slikt som "Vi koblet opp kretsen som vist i figur 3 i øvelsesteksten, og målte strøm gjennom og spenning over dioden." På den annen side skal du *ikke* gjengi store deler av øvelsesteksten i journalen din. Kunsten er å gi en kort skisse av *det vesentlige* i oppkoblinger og måleprosedyrer, og nøye seg med det.

Når du gir måleresultatene, må du være mer omstendelig. Det er ofte gunstig å fremstille måledata både direkte (f.eks. i en tabell) og ved grafiske fremstillinger. I tillegg bør måleresultatene også beskrives kort med ord! Du kan i enkelte tilfelle tegne resultatene direkte

inn i et diagram uten å notere tallene først, men vi anbefaler det ikke. Måletallene er som regel nøyaktigere enn grafen, og dessuten er det fort gjort å gjøre feil ved inntegningen. Dersom du har måletallene er det lettere å kontrollere et suspekt punkt i figuren. Dette er for øvrig også noe av det du skal lære i kurset: Vurder måletall og resultater. Ser det rimelig ut?

Alle spesielle observasjoner som du gjør underveis som kan tenkes å ha noen betydning for målingene, bør noteres. Noter eventuelle avvik fra det som du hadde forventet. Slike uventede ting kan senere vise seg å være viktige, og har faktisk mange ganger vært starten på nye oppdagelser. Videre bør du notere tanker og ideer om utførelsen eller prosedyrer - de kan være av interesse senere. Det er mange eksperimentalfysikere som har angret bittert på slurv. Hvis eksperiment skal gjentas for etterprøving, eller skrives sammen i form av en artikkel eller rapport, kan du finne at små, men vesentlige detaljer mangler i journalen, og da er det ofte for sent.

Sist, men ikke minst, bør du summere opp hva du i øyeblikket kan trekke av konklusjoner fra målingene. Hva forteller resultatet deg – hvilke slutninger eller sammenlikninger kan du trekke? Dette er et meget viktig punkt, både her i kurset og i senere eksperimentelt arbeid !

Viktige kommentarer om journalskrivingen:

Når du skal skrive og levere journalen umiddelbart etter avsluttet labøkt er det spesielt viktig at du forbereder deg godt før du møter opp på labben. Avmerk viktige ting i oppgaveteksten og marker alle spørsmål som skal besvares. Det er også mulig å forberede deler av journalen før du kommer på labben. Innledningsteksten kan skrives ferdig. Du vet også hvilke tabeller du vil lage over måledata og hvilke grafiske fremstillinger av målinger som du vil ha. Dette kan med fordel forberedes på forhånd.

Gjør notater under selve labøvelsen på en slik måte at de kan brukes direkte i journalen. Dermed unngår du å kaste bort tid ved at du siden må føre inn tekst og måledata om igjen i selve journalen. Måledata bør skrives inn i tabeller ("skjemaer") eller på egne ark, på en slik måte at de kan følge journalen direkte, uten omskriving. Deler av journalen kan også skrives direkte mens du gjennomfører målingene. Du kan ha med mellomregninger og "kladd", men da må du avmerke hva du anser som hovedjournal.

* * *

Nedenfor vil du finne et eksempel på en journal for Oppgave 1 i Øvelse 1. Først gir vi journalen slik som vi gjerne ønsker den. Deretter kommer en del kommentarer som kanskje er vel så viktige som selve journaleksemplet. I teksten er dette merket av med spesielle "hjertetall", f.eks.:

© 3 ©. Det henviser til at dette punktet vil bli diskutert i kommentarene. Vi anbefaler at du studerer kommentarene grundig. De inneholder en del punkter som mange synder mot.

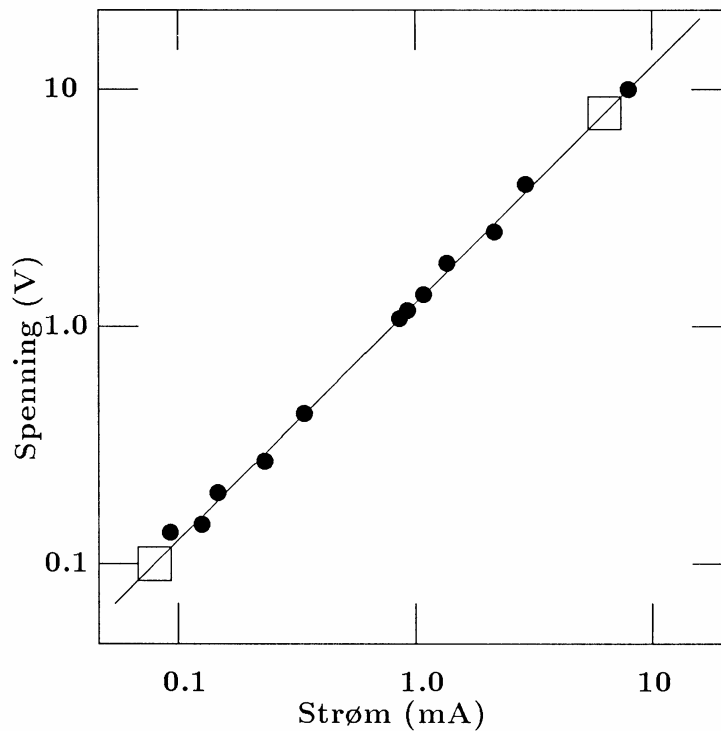
Eksempel på en journal:

Vi gjengir her *utdrag* fra en journal for:

ØVELSE 1: MULTIMETER OG OSCILLOSKOP.

Oppgave 1. Ohms lov (©1 ©)

Oppgave 1 gikk ut på å vise at spenningen over en motstand er proporsjonal med strømmen gjennom denne (Ohms lov). Proporsjonalitetskonstanten, som er motstandens resistans, skulle også bestemmes. For å oppnå dette målte jeg sammenhørende verdier av strøm gjennom en motstand og spenningen over motstanden (©2©). Jeg brukte oppsettet i figur 6 i veiledningen, for to forskjellige valg av spenning fra spenningskilden, henholdsvis 1 og 10 Volt (©3©). Jeg foretok i alt 12 målinger, og resultatene er gitt i tabell 1 nedenfor (©4©). Resultatet er tegnet inn i et dobbeltlogaritmisk plot i figur 1 (© 5©). Målepunktene ligger som forventet langs en rett linje. Det var ikke store avvik fra det man skulle forvente i noen av målingene, og det var dermed enkelt å tegne inn en linje med grafisk utjevning.



Figur 1: Spenning over en motstand som funksjon av strømmen gjennom denne.

Ohms lov sier at $U = R \cdot I$ der U og I er spenning over og strøm gjennom motstanden med resistans R . Da vil $U_1 - U_2 = R \cdot (I_1 - I_2)$. Jeg valgte to punkter på grafen merket med firkanter og fant (©6©):

$$R = \frac{(2.40 - 0.24)V}{(2.01 - 0.21)mA}$$

$$R = 1.20k\Omega$$

Resistansen som vi beregnet er faktisk helt lik den nominelle verdien ($\text{7}\%$). Fargekoden på motstanden viste en toleranse i nominell verdi på $\pm 5\%$. Det var altså ingen problem med toleranse denne gang.

(Vi har ikke gjengitt tabellen med måledata. Husk at tabell med måledata bør være med uansett om det gis en figur i tillegg eller ikke.)

Oppgave 2. Statistikk og usikkerhet

(- og her forlater vi journalen.)

Kommentarer til journalen

Du har kanskje merket deg at journalen konsentrerer seg ganske mye om å vurdere og kommentere måleresultatene. Beskrivelse av hva som er gjort er redusert til et minimum der hvor vi slavisk har fulgt veiledningen. Merk også at journalen ikke inneholder lange mer eller mindre direkte avskrifter fra øvelsesteksten!

Det finnes imidlertid ingen absolutte standarder for journalskriving. Finn gjerne din egen stil som du mener er riktig. Det er imidlertid enkelte regler som skal følges og ting som bør være med. Noen av disse er berørt i "hjertesakene" nedenfor.

($\text{1}\%$)

Husk overskrifter: hovedoverskrift og overskrift for hver deloppgave, med tekst og ikke bare oppgavenummer.

($\text{2}\%$)

Først i hver oppgave gis det noen få setninger som forteller hva oppgaven går ut på.

($\text{3}\%$).

Her gis ikke full framgangsmåte for forsøket *fordi vi kan henwise til en prosedyre som er lett tilgjengelig, og som vi fulgte uten avvik*. Vi henviser bare til veiledningen. For at journalen skal bli så lesbar som mulig, er det likevel best dersom du kan skissere hva som ble gjort, men da bare i en eller to enkle setninger. Du kan også kopiere inn figurer og koblingsskjemaer fra oppgaveteksten Dette gjør det ofte lettere å forstå hva du har gjort.

($\text{4}\%$)

Tabeller og figurer skal nummereres. Da kan en lettere henwise til dem i teksten. Pass også på at alle tabeller og figurer, foruten at de er numrerte, også får en tekst (overskrift). Denne tabell- eller

figurteksten skal fortelle litt om hva tabellen eller figuren inneholder eller viser. (Tabellen er ikke gjengitt.)

(©5©)

Det henvises til en nummerert figur. Selve figurtegningen er et kapittel for seg. Det gis en del tips om dette i noen av øvelsestekstene. Det regnes som en viktig del av kurset å kunne lage gode figurer! I denne omgang kan du legge spesielt merke til:

- Figuren har i tillegg til figurnummer også en tekst som forteller hva den viser.
- Aksene har tekst, ikke bare symbol (dvs. "Strøm" i stedet for "I").
- Enheten på aksene er gitt i parantes etter teksten, f.eks. "(mA)".
- Det er passe mange tall (3-8) langs aksene, og det er brukt store, tydelige tall. Det er valgt skala på aksene som gir god utnyttelse av det formatet man har til rådighet.
- Målepunktene er markert med store, tydelige symboler. (Unngå små symboler som f.eks. en enkel prikk. I en kopiering av figuren kan slike små prikker lett forsvinne.)
- Linjen er trukket slik at det er rimelig fordeling av punkter over og under linjen. Det er dette som menes med *grafisk utjevning*. (Dersom du har målinger hvor du ikke kan trekke en rett linje, vil den grafiske utjevningen bestå i å trekke en glatt kurve på best mulig måte mellom målepunktene, slik du får en noenlunde lik fordeling av målepunkter på begge sider av linjen. Du skal altså *ikke* trekke rette linjestykker fra målepunkt til målepunkt. Dersom du har et målepunkt som avviker sterkt fra de øvrige, kan det kanskje være grunn til å se bort fra dette. Det kan være gjort en feilavlesning, feil innstilling eller lignende. Slike ting bør kommenteres og argumenteres for i teksten.)

(©6©)

Når du foretar utregninger, bør du fortelle hvordan du går fram, det vil si hvilke formler du bruker (hvis det ikke er helt innlysende). Hvordan du velger ut hvilke tall du vil bruke, bør også med. Du bør også oppgi tallene du starter ut fra, og ikke bare gi svaret alene. Det gjør senere kontroll av svaret enklere. Når du skal lese av datasett fra en rett linje i et plot, velges generelt to punkter på linjen som ligger langt fra hverandre. Vi bruker vanligvis ikke et målepunkt. Punktene som vi benytter skal markeres, og da med symboler som er forskjellig fra de som er brukt for å angi målepunktene.

(©7©)

Når du kommer fram til et resultat, sjekk om resultatet virker rimelig eller ikke. Er det et avvik mellom det du skulle forvente og det du kommer fram til, bør du forsøke å finne ut hvorfor og kommentere dette.

©.-©

Dersom du observerer uregelmessigheter eller uventede ting mens du gjennomfører målingene, eller når du vurderer målingene, er det viktig at du noterer dette. Det kan få betydning dersom du senere skal gjøre tilsvarende målinger.

Hva kreves av en god journal?

Når vi i dette kurset legger stor vekt på utforming av labjournalen er ikke det bare fordi den er avgjørende for den karakteren som du skal få. Det er også fordi vi ønsker å innarbeide rutiner som du vil ha nytte av også i andre kurs og i skriving av rapporter senere i studiet og i jobbsammenheng. I en journal eller rapport er det ikke bare resultatene som vi er interessert i men like mye fremgangsmåte, presentasjon av resultater, og, ikke minst, vurderinger av disse. Vi ønsker også at journalen skal kunne leses uten man har øvelsesteksten liggende ved siden av seg.

Vi ønsker at det i forbindelse med hver enkelt deloppgave finnes følgende:

1. En ”programerklæring” som forteller hva som er hensikten med oppgaven.
2. En kort beskrivelse av hvordan oppgaven er gjennomført og hvordan oppkoblinger og målinger ble gjort. Ofte kan det henvises til øvelsesteksten eller en figur derifra. (Kan også med fordel kopiere inn figurer som viser oppkobling.)
3. Presentasjon av måledata og resultater.
4. Vurdering og diskusjon av resultatene. Sammenligning mellom måleresultater og teori og om mulig en vurdering av usikkerhet i resultatet (bl.a. toleranse i komponentene).

Når det gjelder presentasjon av målinger og andre resultater ønsker vi:

5. At alle figurer og tabeller er nummerert og har en tekst som forteller hva figuren/tabellen viser eller inneholder.
6. At alle figurer og tabeller er pene og oversiktlige. Det må velges hensiktsmessig skala på aksene, og grafiske fremstillinger skal ha aksetekster, enheter, store og tydelige avmerkinger av målepunkter, gjerne med en symbolforklaring i teksten.
7. At måledata også gis i tabellform i tillegg til grafiske fremstillinger (dersom det ikke uttrykkelig er sagt i oppgaveteksten at dette ikke er nødvendig).
8. At det kommer klart frem hvilke formeler som er brukt i beregninger.
9. At alle tall som oppgis også har benevning.
10. At alle tall som blir brukt i beregninger kan finnes eksplisitt i journal- eller øvelsestekst
11. At målte og beregnede tall oppgis med det antall gjeldende sifre som datagrunnlaget gir dekning for
12. At man påpeker viktige observasjoner med ord. Det er du og ikke leseren som skal trekke konklusjoner fra målingene.

Sist revidert JAH07.01.2008