

# FYS 2150 EKSPERIMENTALFYSIKK

Fysisk institutt, UiO

## INTRODUKSJON

### Generell orientering

#### Velkommen til kurset!

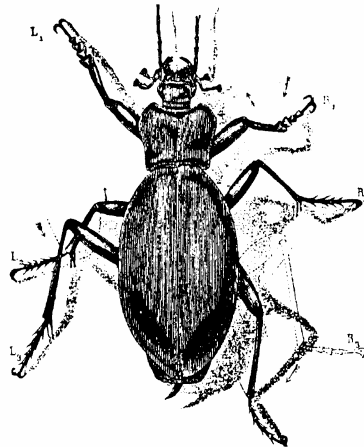
I løpet av våren skal vi eksperimentere sammen på labben. Vi ønsker at såvel studenter som veiledere skal ha en best mulig tid sammen. For å oppnå dette trengs det innsats fra oss alle. Aller først ber vi deg om å lese denne orienteringen nøye. Den inneholder mange detaljer som er vesentlige for å få et godt utbytte av kurset. Orienteringen kan med fordel leses om igjen flere ganger i løpet av kurset!

#### De emnene som blir behandlet i denne orienteringen er:

Om observasjon	s 2
Kursinnhold	s 4
Øvelsestitler	s 5
Organiseringen av kurset	s 7
Tidsforbruk/Arbeidsmengde	s 8
Løpende studentevaluering	s 8
Veiledning	s 8
Generelt om journalskriving	s 10
Eksempel på en journal	s 12
Kommentarer til journalen	s 13

## Om observasjon

Hvordan oppnår vi ny kunnskap innen fysikk og naturvitenskap? Svært ofte gjøres dette ved at vi aller først *observerer* og *beskriver* naturen. På bakgrunn av observasjonene og beskrivelsene, kan vi siden gjøre klassifiseringsarbeid, og etter hvert kan også teoretikeren ha noe å jobbe med. Men altså uten observasjoner og beskrivelser av disse, kommer vi ikke langt.



Figur 1: *Den originale figurteksten i Bergsøe's bok lyder slik: "En Løbebille gaaende. De tre Ben  $L_1$   $L_2$   $L_3$  træder i Funktion og driver (trækker) Legeme fremefter; de tre andre Ben har lige afsluttet Virksomheden. Kurvene viser de Buer, som disse Bens Skinnebesspidser lige har aftegnet. (Efter Graber)."*

La oss ta et eksempel fra biologien. I figur 1 gjengis en illustrasjon av en "løbebille" (tordivel?) fra boken V. Bergsøe: *Fra Mark og Skov*, Nordisk forlag, 1915. Legg merke til alle detaljene. Tenk deg selv hvor viktig en slik observasjon og beskrivelse er for den videre klassifisering av insekter. Det er langt lettere for en "teoretiker" å sitte med tusen tegninger som dette foran seg enn å ha en eske med de tilsvarende tusen insektene i levende live.

Innen biologien er det opplagt at forskning ofte er nært knyttet til observasjoner og beskrivelser *uten* at en kan kreve svar på "hvorfor" ting er som de er. Det har selvfølgelig sammenheng med at vi innen deler av biologien har vanskelig for å gi et ordentlig svar på slike spørsmål.

Også innen fysikk er det svært mange området der vi ikke kan gi svar på "hvorfor?" spørsmål. Dette kurset er ett ledd i utdanningen for å håndtere også slike deler av fysikken. Du skal her selv gjøre en del observasjoner og beskrive disse, uten nødvendigvis å kunne forklare hva som

egentlig skjer. Et delmål med kurset er å gjøre deg til en ”håndverker” i å planlegge og utføre observasjoner innen fysikk. Det legges vekt på at du skal lære å beskrive observasjonene på en ordentlig måte.

Det gis et bredt spekter av øvelser fra de mer elektronikkorienterte til verifikasjon av fysiske lover som du kjenner eller vil bli kjent med gjennom teorikursene. Teorikursene vektlegger forståelse av sentrale fysiske lover og det er derfor ikke hovedsaken i dette kurset. Vi ber deg legge merke til dette slik at du ikke stiller med falske forhåpninger til teoretiske utfordringer. For eksempel vil vi ikke forklare *hvorfor* en transistor virker akkurat som den gjør men stoppe med å gjøre observasjoner av *hvordan* transistoren virker i praksis.



Figur2: Tegning av Edvard Munch, *Sfinxen*, 1909

Hva er det da som er spesielt med observasjon og beskrivelse? Vi kan belyse dette med å ta enda et sidesprang. Se på tegningen i figur 2. Du kan kanskje se at det er E. Munch som har laget den. Men hva gjør deg overbevist? Jeg selv har bare en vag formening som jeg ikke kan begrunne. Dette er typisk for en som ikke kan faget. En kunsthistoriker derimot vil kunne analysere bildet og kunne fortelle om karakteristiske detaljer så som materialvalg, valg av motiv, stilart osv. Kunsthistorikeren *har sine metoder*. Det er disse metodene i tillegg til hennes/hans kunnskaper, som nettopp gjør en kunsthistoriker til det hun/han er.

På samme måte blir det i fysikken. For å bli en fag-fysiker må du beherske en del metoder. Ren kunnskap (fakta) er ikke nok. Skal du kunne gjøre eksperimentell fysikk, må du lære deg *hvordan* en karakteriserer forskjellige prosesser og utstyr. Og når du for eksempel skal observere en forsterker, *hva* er det da du bør legge merke til? Vi kommer til å definere begreper som linearitet, frekvensgang, impedanser m.m. Dette er noen av de hjelpemidlene *vi* bruker i vår observasjon. På liknende måte vil en klassisk botaniker f.eks. telle støvknapper og begerblad.

Ikke bare må du lære deg mulige måter å karakterisere prosesser på, men du må også lære deg *hvordan* du kan foreta selve målingene. Å telle støvknapper krever kanskje bare en lupe, og hvordan denne brukes er kanskje temmelig trivielt. Men hvordan skal du bruke et oscilloskop når du skal foreta målinger innen fysikk? *Det* er også en ting du skal lære 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 disse 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. Lykke til!

## Kursinnhold

Fys 2150 er delt inn i tre moduler. Modul 1 og 2 stammer fra FY104/Fys 115 og er noe elektronikkorientert og kan sees på som et ”yrkesskolekurs” for eksperimentalfysikere. Modul 3 stammer fra FY106/Fys 116 og består av klassiske øvelser for demonstrasjon av fundamentale fysiske prinsipper. Modul 1 og 2 har relativt lange øvelsestekster med bakgrunnstoff og detaljert beskrivelse av fremgangsmåte. Mye av bakgrunnstoffet er nok kjent fra teorikursene. Når vi kommer til Modul 3 håper vi at du er blitt *selvstendig eksperimentalfysiker* og tekstene er mer nøktern i formen. 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 siden.

Du er vel mest vant til å vurdere hvor mye du har lært alt etter hvilken *kunnskap* du har oppnådd. *Dette* kurset bør ikke vurderes slik. Det at du klarer å koble opp enkle elektronikk-kretser, at du kan beherske et oscilloskop, at du klarer å skrive en god labjournal, alt slikt har bare delvis med kunnskap å gjøre. Like fullt er det viktige elementer for en eksperimentalfysiker idag. Øvelsestekstene har gjerne en tittel som går på hvilket system du skal studere i vedkommende

øvelse. Dette systemet kan likevel være som kulisser å betrakte i et spill der helt andre ting er det viktigste.

### **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, funksjonsgeneratore osv.
- Presentasjon av måldata på en ordentlig måte, ved hjelp av tabeller, histogrammer, x-y plot (lineært, halvlogaritmisk, dobbeltlogaritmisk).
- Skrivning av laboratoriejournal, herunder evaluering av den informasjon som ligger i måldataene.
- 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.

## **Øvelsestitler**

### **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. Leder, halvleder, superleder.

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

Øvelsestektene legges tilgjengelig på kursets hjemmeside i pdf-format.

**Tektene for Modul 1 kommer i uke 2 og for Modul 2 i uke 4.**

## **I øvelsestektene 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 leser gjennom øvelsestektene før labben, kan det likevel være en fordel at *du* merker av de detaljene og spørsmålene du ønsker å huske på. En bred gul filtpenn er fin til slikt.

## Organiseringen av kurset

Vi starter første time med noen praktiske opplysninger og vi går deretter rett løs på øvelse 1 fra Modul 1. Vi vil bruke 3 uker på Modul 1 og 8 uker på Modul 2. Modul 3 starter uka før påske og går ut mai. På grunn av fridager i uke 16 etter påske og uke 21 blir det igjen 6 hele uker for Modul 3.

Karakter vil settes gjennom mappeevaluering. Mappen vil bestå av godkjente lab-journaler fra alle øvelser. Karakter vil settes ut fra et utvalg journaler (antageligvis en fra hver modul). Vi vil også trekke uten noen for muntlig eksamen. Du vil få utlevert en timeplan som viser hvilken øvelse du skal ta hver uke, og hvilken veileder som skal rette journalen din. Journaler leveres i "posthylle" utenfor labben. En hylle er for beskjeder fra studentene til kursledelsen. Alle beskjeder fra ledelsen til studentene blir lagt ut på kursets hjemmeside.

Det er klart at noen studenter, på grunn av sykdom, reiser, eller lignende, ikke får med seg alle øvelsene til rett tid. Det er ikke tid til noen oppsamlingsuke men vi kan tilby at du benytter ledig kapasitet på de to andre labdagene 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. Beskjed om absolutt siste frist for godkjenning av alle øvelser kommer senere.

Det kan være fristende å forskyve journalskrivingen. Det blir fort en uoverkommelig oppgave å skrive mange journaler på kort tid, spesielt når de til dels er gjennomført for flere uker siden. Dessuten kan det fort bli problemer med å få journalene rettet og godkjent i tide dersom de kommer så sent i semesteret.

**FRISTER: Alle journaler for hver av modulene må være innlevert senest 1 uke etter at modulen er avsluttet.**

Det er heldigvis et unntak at studenter utsetter journaler ukesvis. De aller fleste skriver journalen ferdig så snart som mulig etter labben. Da er stoffet ferskest, og skrivingen tar *vesentlig mindre tid* enn om en først venter et par dager. Vi i kursledelsen synes det er tragisk å se studenter som ikke kommer i mål med journalskrivingen, og vi forsøker derfor å hjelpe så godt vi kan. Ta kontakt med oss snarest mulig dersom du har problemer. Selv om vi selvfølgelig ikke kan skrive journaler for deg, kan vi hjelpe på andre måter.

## Tidsforbruk/Arbeidsmengde

Utgangspunktet vårt er som følger: En gjennomsnittsstudent skal bruke omtrent:

- 1-2 timers forberedelse før hun/han kommer på labben.
- Det eksperimentelle arbeidet skal ta ca. 4-5 timer.
- Tid til journalskriving er veldig individuelt og vil variere noe fra øvelse til øvelse, men du bør regne med 3-4 timer per øvelse for et godt resultat.
- Etterarbeid på journal før den arkiveres i mappen (1-2 timer)
- Alt i alt: ca. 12 timer per øvelse (Skrives journal lang tid etter at øvelsen er gjennomført, vil tiden fort bli vesentlig lengre!)

Se forøvrig kommentarer om tidsforbruk i avsnittet: ”Om journalskriving”.

## Løpende studentevaluering av kurset

Vi vil gjerne motta konstruktiv kritikk og tips til forbedringer av kurset. Det finnes en rubrikk på et forsideark (**som skal følge hver journal !**) for dette formål. Innsatsen som dere gjør vil komme senere medstudenter til gode. Vi har likevel en mening med kurset som ikke alltid lar seg forene med enkeltstudenters ønsker. Av denne grunn følger vi ikke opp alle tips.

## 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 du spørre en medstudent om råd, eller du kan spørre veileder om hjelp. Vanligvis viser studentene at de trenger hjelp fra veileder ved å rette opp handa. Det er ikke alltid det virker som det skal dersom alle veilederne er opptatt med et eller annet. I så fall får du prøve et rop eller du får rusle bort til en veileder og be om hjelp.

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 kan gjøres bedre.
2. Veileder går gjennom journalen muntlig med deg.

Noen studenter er så redd for kritikk at de synes det er ille å få mye ”rødt” i journalen ved rettingen. Dette er etter min mening *helt* misforstått. Jeg vil heller si som så: Jo mer rødt, desto



bedre. Det betyr at veileder har tatt seg tid til å forsøke å gi deg mange tips til ting som kan gjøres bedre. Leser du kritikken nøye, har du et unikt hjelpemiddel til å forbedre din egen journalskriving. Ja, jeg legger faktisk så stor vekt på dette punktet at jeg vil heller si som så: Har du fått en journal tilbake der det *ikke* er gitt noen kommentarer til forbedring, bør du *ikke* være fornøyd. Du bør da be veileder om hun/han ikke kan rette journalen enda en gang og virkelig komme med tips til forbedringer.

Journalene underveis i semesteret er altså ikke en masse små eksamener, men praktiske øvelser for at du skal lære å trekke ut det vesentlige i et forsøk, for at du skal lære deg å formulere deg forståelig, og for at du skal kunne lage god presentasjon av måldata, f.eks. i form av figurer. Vi som retter journalen skal veilede deg til å gjøre dette så godt som mulig.

Dersom vi mener at du vil ha spesielt utbytte av å gjøre en del av journalen om igjen, godkjenner vi ikke journalen ved første gangs retting. Vi leverer den da tilbake med konkrete beskjeder om hva vi ønsker at du skal gjøre bedre. Det kan være snakk om praktiske målinger, figurtegning, analyse, eller liknende. I slike tilfeller må det som er påpekt gjøres om, og *journalen må leveres tilbake til samme veileder som ikke godkjente den fra først av.*

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.

Alle journaler må oppnå status som godkjent. Lag deg en mappe for godkjente journaler. Det kan være en god investering å rette opp feil og mangler når du mottar journalen etter retting. Et utvalg av journaler vil karaktersettes. Hvilke øvelser som inngår vil bli offentliggjort med kort forvarsel. Noen studenter vil i tillegg bli trukket ut for en muntlig eksamen basert på mappens innhold.

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 kan få rettet journaler av alle veilederne. Forsøk selv aktivt å variere veiledere så mye som mulig og på en slik måte at ditt utbytte blir størst mulig.

Det vil tidlig i kurset bli slått opp en liste med alle veiledernes navn, telefon-nummer og romnummer. Ta gjerne kontakt med veileder også utenom labtid dersom du har spesielle ting du lurer på.

## Generelt om journalskriving

Når du skal til å skrive journaler etter hver 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 en labjournal? Først vil jeg bare presisere at vi egentlig ikke ønsker en journal skrevet primært *for oss*. Det vi mest ønsker er at du skal lære å skrive en journal så grundig og godt at du kan bruke samme mønster når du om noen år fyller ut din egen personlige labjournal over de eksperimentene du gjør.

Hvordan vil du så ønske deg at denne journalen skal se ut? Jo, du ønsker at journalen er direkte lesbar, og at du ikke må slå opp i alle mulige andre kilder for å kunne 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 noen endringer fra ”kokeboken”, må selvfølgelig disse beskrives. Men selv om du refererer til en kokebok, bør du i en kort setning eller to fortelle *hovedlinjen* i det du gjør (hva eksperimentet går ut på).

For eksempel synes vi en setning så 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.

Alle spesielle observasjoner som du gjør underveis som kan tenkes å ha noen betydning for målingene, bør noteres. Videre bør du notere tanker og ideer om utførelsen eller prosedyrer - de kan være av interesse siden.

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!

Det er mange eksperimentalfysikere som har angret bittert på slurv i journalskrivingen på ett eller annet tidspunkt. Når eksperiment skal gjentas for etterprøving, eller når et eksperiment skal

skrives sammen i form av en artikkel eller rapport, *da* først finner en ut at små, men vesentlige detaljer mangler i journalen. Hvilke opplysninger dette gjelder, kan vi ikke gå inn på her. Vær bare litt våken på dette området, slik at du ikke må lære på den aller hardeste måten!

**Viktige kommentarer om tidsforbruk ved journalskrivingen:**

Mange studenter bruker svært mye tid på journalskriving. De gjør notater under selve labøvelsen, men fører siden inn både tekst og måledata *om igjen* i selve journalen. Vær oppfinnsom slik at du ikke kaster bort unødig tid på denne måten. 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 bør også kunne skrives direkte mens du gjennomfører målingene. Det er OK å skrive journalen med blyant, bare det gjøres ordentlig og pent.

\* \* \*

Nedenfor vil du finne en "mønsterjournal" for oppgave 1 på øvelse 1. Først gir vi deler av journalen slik *jeg* gjerne ønsker den. Dernest kommer en del kommentarer som kanskje er like interessante som selve journalen. I selve journalen er det merket av spesielle "hertetall", f.eks.: ? 3 ?. Dette henviser til at dette stedet i journalen vil bli diskutert i kommentarene (under samme nummer). (Jeg har brukt hjerter, fordi det er noen av mine hjertesaker om journalskriving jeg tar opp!) Vi anbefaler at du studerer disse kommentarene grundig, de inneholder en del punkter som mange synder mot.

Likevel vil jeg presisere at vi ikke forventer en "mønsterjournal" fra dere hver uke. Det vil vel ta for lang tid. Du må selv foreta et valg om hvor mye tid du vil spandere. Bruker du for mye tid på lab og labjournaler, vil det gå ut over andre fag. Kort og godt ønsker vi at du skal bli klar over at *du selv* i høy grad velger hvor mye tid du skal prioritere på ulike fag. Stor innsats gir oftest bedre utbytte enn mindre innsats - men som oftest står man ovenfor en prioritering.

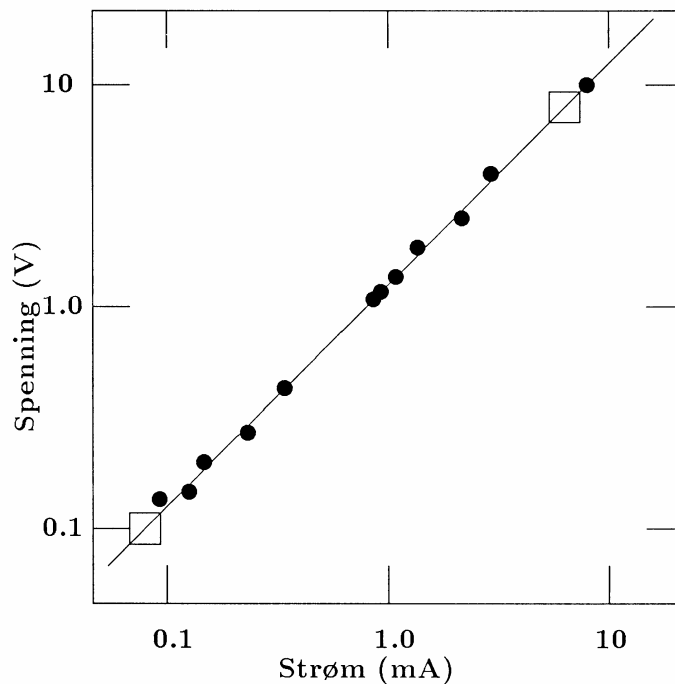
## Eksempel på en journal:

Vi gjengir her *utdrag* fra en journal:

### Labjournal for Øvelse 1: Ohms lov.

#### Oppgave 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 måtte en måle samhørende verdier av strøm gjennom en motstand og spenningen over motstanden. (? 1 ?) Jeg brukte oppsettet i figur 6 i veiledningen, for to forskjellige valg av spenning over kretsen. (? 2 ?) Jeg foretok i alt 21 målinger, og resultatene er gitt i tabell 1 nedenfor (? 3 ?) Resultatet er tegnet inn i et dobbeltlogaritmisk plot (figur 1). (? 4 ?) Målepunktene lå som forventet langs en rett linje. Det var små problemer med å tegne inn en linje med grafisk utjevning da målingene var så pene som de var.



Figur 1: Spenning over en motstand som funksjon av strømmen gjennom denne (oppgave 1)

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 ? og fant: (? 5 ?)

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

$$R = 1.20k\Omega$$

Resistansen som vi beregnet er faktisk helt lik den nominelle verdien. (? 6 ?) Ingen problem med toleranse denne gang.

(Vi har ikke gjengitt tabell med måledata her. Eksempel på tabelloppsett er gitt i øvelsesteksten. Husk at tabell med måledata bør være med uansett om det gis en figur i tillegg eller ikke.)

## Oppgave 2.

(- og her forlater vi journalen.)

## Kommentarer til journalen

Du har kanskje merket deg at selv disse delene av 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 er klart at denne journalen er etter *min* smak, og det finnes ingen absolutte normer på dette området. Finn gjerne din egen stil som du mener er riktig, men legg vekt på hjertesakene nevnt under når du etablerer deg din egen mal for journalskriving.

I journalen var det altså avmerket noen små "hjertetall" som henviste til ytterligere kommentarer. Vi gir dem nedenfor, og vi anbefaler at du leser dem nøye sammen med journalen. Vi håper de kan gi deg verdifulle tips til å forbedre dine egne journaler.

(? 1 ?)

Først i hver oppgave gis det en eller to setninger som forteller hva oppgaven går ut på.

(? 2 ?).

Her gis ikke full framgangsmåte for forsøket, *fordi vi kan henvise 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.

(? 3 ?)

Det er lurt å numrere tabeller og figurer, for da kan en lettere henwise til dem i det du skriver. 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 går ut på, og du kan ofte med fordel også nevne hvilken oppgave den hører til.

(? 4 ?)

Igjen henvises det til en nummerert figur som er lett å finne igjen. Selve figurtegningen er et kapittel for seg, og det gis en del tips i noen av øvelses-tekstene. Det regnes som en viktig del av kurset å kunne lage gode figurer! I denne omgang kan du legge spesielt merke til:

- Figuren har overskrift.
- Aksene har tekst, ikke bare symbol (dvs. "Strøm" i stedet for " $I$ ").
- Enheten på aksene er gitt i parentes etter teksten, f.eks. "(mA)".
- Det er passe mange tall (3-8) langs aksene, og det er brukt store, tydelige tall.
- Målepunktene er markert med store, tydelige symboler. Unngå små symboler som f.eks. en enkel prikk.
- Linjen er trukket slik at det er lik fordeling av punkter over og under linjen, langs ethvert rimelig element av linjen. Det er dette som menes med *grafisk utjevning*.

(? 5 ?)

Når du foretar utregninger, bør du for det første 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. Det er også ofte meget nyttig å notere tallene du starter ut fra slik som her, og ikke bare nøye deg med å gi svaret alene. Merk forvrig at når du skal lese av (bestemme) en rett linje i et plot, velges generelt to punkter på linjen som ligger langt fra hverandre. Vi tar vanligvis *ikke* utgangspunkt i et *målepunkt*. Punktet på linjen som vi benytter kan med fordel markeres (forskjellig fra målepunktene).

(? 6 ?)

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.

(? 7 ?)

Her kommenterer vi igjen hvordan resultatet av målingene ble, og sammenliknet med hva vi forventet.

(? 8 ?)

Her gjør vi en observasjon, at resistansen syntes å stige under målingene. Selv om du egentlig bare skulle fram til et tall i en tabell, er det riktig å notere slike ting. Senere kan observasjoner av denne typen bli viktige nok.

Det er mange andre aspekter ved journalskriving vi kunne ha nevnt, men jeg tror dette holder for denne gang.

*Sist oppdatert JM 02.01.2003*