

Mal for rapport til laboratorium i fysikk

S. Kragset^a, I. B. Sperstad^a, F. A. Martinsen^a, M. Farstad^a, T. A. Bojesen^a, P. G. Ellingsen^a, J. A. Støvneng^a,
V. Risinggård^a

^aInstitutt for fysikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim.

Sammendrag

Sammendraget er en kort og konsis oppsummering av innholdet i rapporten. Sammendraget er den delen av rapporten som skal skrives sist, når du har full kontroll på alt innholdet. En god lengde for et sammendrag er 4–5 setninger. I løpet av disse setningene skal forsøket introduseres, du skal fortelle hvilke metoder som ble brukt, resultatene skal presenteres og du må fortelle kort hva resultatene betyr. Om resultatet eksisterer i form av et tallsvaret skal dette oppgis med tilhørende usikkerhet.

1. Introduksjon

Stefan-Boltzmanns lov er en viktig relasjon i fysikken, som forbinder emittert varmeenergi fra et svart legeme, med dets temperatur. Den ble først formulert av Joseph Stefan i 1879, og utledet av Ludwig Boltzmann fem år senere (INSERT KILDE). I dette forsøket skal vi studere emissiviteten til ulike overflater ved ulike temperaturer, i tillegg til å verifisere Stefan-Boltzmanns lov ved å sjekke forholdet mellom temperatur og emittert varme fra et objekt.

Her begynner den egentlige rapporten. Mer informasjon om hva de enkelte delene av rapporten skal inneholde finnes på nettsiden til laben [?]. På slutten av forrige setning ser vi et eksempel på en referanse. Her er et eksempel på en referanse til læreboka [?]. Referanselisten kommer til slutt i rapporten. I denne malen har vi brukt \LaTeX til å formatere referansene, men det er også mulig å formatere dem manuelt direkte i `tex`-filen.

2. Teori

Et svart legeme er et objekt som absorberer all innkommende strålingsenergi, uavhengig av bølgelengden. Dersom objektet er i termisk likevekt, blir det ikke hverken tilført eller avgitt netto energi. Det vil si at objektet må emitte like mye stråling som det absorberer for å oppnå likevekt. Det vil si, for et svart legeme, at den emitterer like mye strålingsenergi som den absorberer. Forholdet mellom den emitterte energien og det svarte legemets temperatur er gitt ved Stefan-Boltzmanns lov:

$$j = \sigma T^4 \quad (1)$$

Her er $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ Stefan-Boltzmann-konstanten. Dersom dette skal gjelde for et objekt med vilkårlig emissivitet ϵ , må vi justere til

$$j = \epsilon \sigma T^4 \quad (2)$$

I denne malen bruker vi teoridelen av rapporten til å gi noen eksempler på hvordan vi kan formatere ligninger og hvordan vi kan referere til dem. Svingetiden til en rektangulær pendel med uniform massefordeling kan uttrykkes som

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^2 + h^2}{gh}}, \quad (3)$$

der g er tyngdens akselerasjon og h er avstanden fra opphengspunktet til massesenteret, som vist i figur 1. Tregheitsradien r er gitt ved

$$r = \sqrt{\frac{l^2 + b^2}{12}}, \quad (4)$$

der l er lengden og b er bredden til pendelen.

Disse ligningene kan vi nå henvise til, for eksempel kan vi si at vi skal bruke ligning (1) til å måle tyngdeakselerasjonen g .

Noen ganger trenger vi litt større oppstillinger av ligninger som går over flere linjer, og de kan for eksempel formateres slik som dette:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\Delta r}{r}\right)^2 &= \left(\frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial l} \Delta l\right)^2 + \left(\frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial b} \Delta b\right)^2 \\ &= \left(\frac{l \Delta l}{l^2 + b^2}\right)^2 + \left(\frac{b \Delta b}{l^2 + b^2}\right)^2. \end{aligned} \quad (5)$$

Generelt skal alle ligninger ha ligningsnummer, men om vi skal vise en utregning eller ønsker å nevne noe i forbiarten som trenger den ekstra plassen vi har i en ligning kan det være greit å sløyfe ligningsnummeret. For eksempel vil vi nå kommentere at dersom $(l \Delta l)^2 \gg (b \Delta b)^2$ så får vi

$$\frac{\Delta r}{r} \approx \frac{\Delta l}{l}$$

fra ligning (3).

Vi får ofte bruk for subskript for å angi variabelnavn, for eksempel for å skille mellom l_1 og l_2 . Dersom subskriptet

er et ord og ikke en indeks, skal det brukes rett font, slik som i $l_{\text{meterstav}}$.

3. Metode

I metodedelen skal det være med en figur som viser det eksperimentelle oppsettet. Her viser vi et eksempel på en figur som er hentet inn fra en PDF-fil. Flere detaljer om hvordan du kan lage figurer finner du på nettsiden [?]. Vi kan referere til figurer på samme måte som vi refererer til ligninger. Nå refererer vi til figur 1.

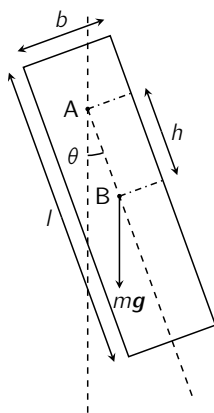
Husk at figurteksten skal forklare alle de viktige elementene i figuren; leseren skal kunne forstå figuren ved hjelp av figurteksten alene og slippe i lete i brødteksten etter forklaringer.

4. Resultater

Ofte vil vi skrive inn enkeltmålinger i resultatdelen. Da er det viktig å angi usikkerhet. For eksempel kan lengden til pendelen være $l = (1000,015 \pm 0,005) \text{ mm}$. Vi kan også skrive opp usikkerheten separat. I dette tilfellet har vi $\Delta l = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$. Alternativt kunne vi skrevet denne usikkerheten som $\Delta l = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ eller $\Delta l = 5 \mu\text{m}$.

I resultatdelen er det ofte bruk for tabeller for å presentere måledata på en oversiktlig måte. Husk at alle måledata skal oppgis med usikkerhet! Tabell 1 er et godt eksempel. I tabell 2 ser vi et eksempel der den samme tabellen er laget på en litt annen måte. Merk at mens figurtekster står under figurene skal tabelltekster plasseres over tabellene.

Selv om tabeller er hendige, er de ikke alltid den beste løsningen i resultatdelen. Det er for eksempel lettere å se om det er en sammenheng mellom avstanden fra opphengspunktet til massesenteret og verdien og usikkerheten som ble målt for tyngdeakselerasjonen dersom vi plotter resultatene i en figur. Figur 2 er et eksempel på dette. Denne presentasjonsformen blir mer aktuell dersom vi har mange resultater.



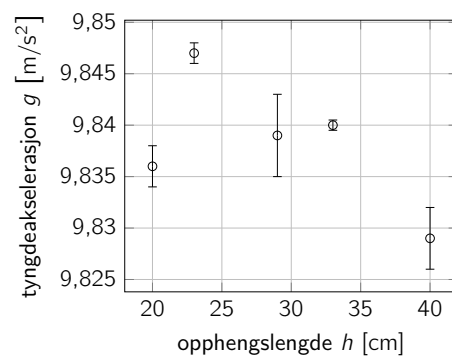
Figur 1: Her skriver du figurteksten. Merk at denne kommer under figuren. Naturligvis avslutter vi figurteksten med punktum.

Tabell 1: Dette er den obligatoriske tabellteksten. Den kommer over tabellen. Husk at de samme reglene gjelder for utforming av tabellteksten som for utforming av figurteksten.

h [cm]	g [m/s ²]
20	$9,836 \pm 0,004$
23	$9,847 \pm 0,002$
29	$9,839 \pm 0,008$
33	$9,840 \pm 0,001$
40	$9,829 \pm 0,006$

Tabell 2: Denne tabellen har identisk innhold som den forrige, men er laget på en litt annen måte.

h [cm]	g [m/s ²]
20	$9,836 \pm 0,004$
23	$9,847 \pm 0,002$
29	$9,839 \pm 0,008$
33	$9,840 \pm 0,001$
40	$9,829 \pm 0,006$



Figur 2: Denne presentasjonsformen egner seg bedre til å tydeliggjøre trender i datagrunnlaget. Her kan det se ut som om verdien vi måler for g og usikkerheten i målingene er relativt uavhengig av h .

5. Diskusjon

Rapportskriving i L^AT_EX gir mange muligheter. Selv om det er endel tekniske finesser som skal på plass er det viktig å huske på at god skriving og godt språk ligger til grunn for å skrive en god rapport.

6. Konklusjon

Nå har vi gitt endel eksempler på formatering. For å mestre L^AT_EX er det bare én ting som gjelder – trening. Last ned kildefilene og lek med de ulike elementene. Sitter du fast er det som regel noen som har hatt de samme problemene før deg. Det meste av dokumentasjon er å finne på CTAN. Spørsmål og svar er å finne på L^AT_EX StackExchange. Lykke til!