
Laborationsmanual

Thomas Burgess, Jörgen Dalmau

2002

1 Inledning - varför göra laborationer?

I fysiken möter du många lagar som beskriver hur naturen fungerar, men hur vet fysikerna att dessa lagar fungerar och ger en korrekt bild av vad som händer? Jo, genom experiment.

Teori och experiment har alltid gått hand i hand genom fysikens historia. Ibland utvecklas teorier som förutsäger nya fenomen, och genom experiment kan teorierna testas. Ibland leder experiment till nya upptäckter som inte stämmer överens med de befintliga teorierna, vilka då måste omarbetas.

Du som är fysikstudent lär dig om fysikens lagar (teorierna) under lektionerna, och under laborationerna lär du dig hur man gör experiment. Naturligtvis brukar man jämföra resultaten av en laboration med de resultat som förutsägs av teorierna, men glöm inte att huvudsyftet med att laborera är att rent praktiskt öva sig i att göra experiment.

2 Hur gör man en laboration?

En laboration sker i tre steg, först förbereder man sig, sedan gör man laborationen och till sist skriver man en laborationsrapport.

Kom väl förberedd till laborationen! Titta i genom laborationsinstruktionerna innan du gör laborationen så att du förstår vad laborationen kommer handla om, annars kan det hända att du inte vet vad laborationen går ut på, och då blir allting bara svårt och tråkigt.

Kom ihåg att alltid ha med dig:

- denna manual
- fysikbok och formelsamling
- anteckningsblock
- penna, radergummi, linjal
- miniräknare

Kom i tid till laborationstillfället och lyssna uppmärksamt på assistentens genomgång i början av laborationen. Dessa genomgångar påminner om säkerhetsgenomgångarna som flygvärdinnorna ger innan planet lyfter, med den skillnaden att de innehåller ny och lärorik information som faktiskt kan komma till nytta under resans gång!

När du laborerar är det viktigt att du gör noggranna anteckningar. Utan dessa blir det svårt, för att inte säga omöjligt, att skriva en rapport efteråt. Följande saker bör ingå i dina laborationsanteckningar:

- Skiss av laborationsuppställningen. Rita in beteckningar som används. (Detta behövs endast om du tankar använda beteckningar som återfinns definierade i denna figur.)
- Några meningar om hur försöket utfördes.
- All mätdata, var noggrann med enheterna!!

- Speciella händelser (eller saker som inte hände) som kan vara viktiga att komma ihåg när resultatet av laborationen ska tolkas. Till exempel “...*efter att vi hade mätt tre mätpunkter gick transformatorn sönder, och vi fick använda en annan för de sista mätpunkterna*”, vilket skulle kunna förklara varför de tre första mätningarna gav felaktiga resultat.

Spara alltid alla anteckningar ända tills du är godkänd på laborationen så att du kan rätta till eventuella fel.

3 Varför skriver man laborationsrapporter?

Att kunna skriva bra rapporter är inte bara grundläggande vid laborationer utan även på många “vanliga” jobb när chefen eller kunden vill veta var tiden och pengarna tar vägen. Genom att skriva laborationsrapporter lär man sig att skriva bra rapporter i allmänhet samtidigt som man redovisar de observationer och mätningar man gjorde under laborationens gång.

4 Hur man skriver en laborationsrapport?

Laborationsrapporter ska alltid innehålla följande fyra punkter:

1. Vilket syfte hade jag med mina observationer
2. Hur gick jag till väga med mätningarna och eventuella beräkningar
3. Vilka resultat kom jag fram till
4. Vilka slutsatser har jag dragit och vilka kommentarer har jag till mina resultat

Det är viktigt att ha en bra disposition för rapporten. Det vill säga, istället för att skriva allt i ett enda långt textstycke ska rapporten delas upp i lämpliga avsnitt. Exempel på lämpliga avsnitt som kan tänkas ingå i en rapport är (jämför med de fyra punkterna ovan):

Inledning - Förklara syftet med laborationen

Uppställning - Beskrivning av laborationsuppställningen med figur och text

Tillvägagångssätt - Hur du använde uppställningen för att få dina mätvärden

Mätdata - Tabeller med uppmätta värden

Beräkningar - Eventuella beräkningar

Resultat - Resultatet av beräkningarna, kanske presenterat med ett diagram

Slutsatser - Förklara vad resultaten betyder och vad ni kom fram till

Vissa speciella moment i rapportskrivningen som brukar ställa till problem är presentation av siffervärden, tabeller och grafer.

4.1 Presentation av siffervärden

I dina rapporter kommer du ofta presentera mätvärden, beräkningar och resultat med siffror. Det är viktigt att tänka på att redovisa ett relevant antal värdesiffror och att alltid ta med enheten!

Avrunda värdena till ett relevant antal signifikanta siffror. Om du t.ex. har gjort en beräkning på miniräknaren och får resultatet 13.4377583 så är det lämpligt att avrunda resultatet och i rapporten redovisa 13.4, 13.44 eller kanske 13.438. Exakt hur många siffror som borde tas med beror lite på sammanhanget, ju noggrannare

mätning du gjort, ju fler värdesiffror ska redovisas. Detta betyder inte att du inte ska ta med alla siffrorna när du gör själva beräkningarna, om du gör det kommer avrundningsfelet försämra din noggrannhet.

Enheter måste alltid anges i tabeller, diagram och när man ger siffrvärden i löpande text. Utan rätt enhet säger ett siffrvärde ingenting. Om du glömmer eller blandar ihop enheter så är det lätt hänt att man får felaktiga resultat. Ett klassiskt exempel på illa det kan gå är när NASA kraschade sin rymdsond på Mars. Det berodde på att två olika forskargrupper som jobbade med samma datorprogram använde olika enheter (meter respektive yard).

Sammanfattningsvis; när du skriver en rapport skriv inte "Resultatet blev $g = 9.853627366$ vilket stämmer bra!", utan istället något i stil med "Resultatet blev $g = 9.9 \text{ m/s}^2$ vilket stämmer bra!".

4.2 Tabeller

Det är vanligt att man gör ett experiment genom upprepade mätningar där man varierar en parameter för varje mätning. Resultatet blir en uppsättning mätvärden som är lämpliga att presentera i en tabell. Värdet som inte ändrar sig är förstås onödiga i tabellen, och redovisas separat.

En mätvärdestabell burkar konstrueras så att det är en storhet per kolumn och en mätning per rad. Överst i tabellen finns ett tabellhuvud som är en rad med storheternas beteckningar och enheter. Ovanför tabellen brukar man ha en text som förklarar vad tabellen visar. Det är viktigt att man hänvisar till tabellen i texten, så att inte tabellen bara är en lös del av rapporten.

Nedan följer två exempel, först ett nybörjarexempel med en rad misstag och sedan ett proffsexempel där misstagen är rättade.

Tabell 1: Mätvärden

R	B	U	F
0.100 m	0.97 s	1 5000 V	$03.81023 \cdot 10^{-6} \text{ N}$
0.100 m	0.97 s	2 0000 V	$10.21095 \cdot 10^{-6} \text{ N}$
0.100 m	0.97 s	2 5000 V	$14.51037 \cdot 10^{-6} \text{ N}$

Tabell 2: Mätvärdestabell från del 1A. Vi hade $R = 0.1 \text{ m}$ och $B = 0.97 \text{ s}$.

U [kV]	F [10^{-6}N]
1.5	3.8
2.0	10.2
2.5	14.5

I tabell 1 har laboranten tagit med varje rad med informationen som är gemensam för alla mätningar, det vill säga konstanterna **R** och **B**, enheterna och tiopotenserna, och dessutom finns det ingen information alls i tabelltexten. I tabell 2 är misstagen justerade så att enheterna och tiopotenserna står i tabellhuvudet och konstanterna i tabelltexten. Vidare har man i tabell 1 tagit med för många värdesiffror för **F**, som antagligen inte mätts så noggrant som siffrorna ger intryck av. Den justerade tabellen ger en tydligare och mer korrekt bild av mätningarna och det är sådana tabeller som du ska göra i dina rapporter!

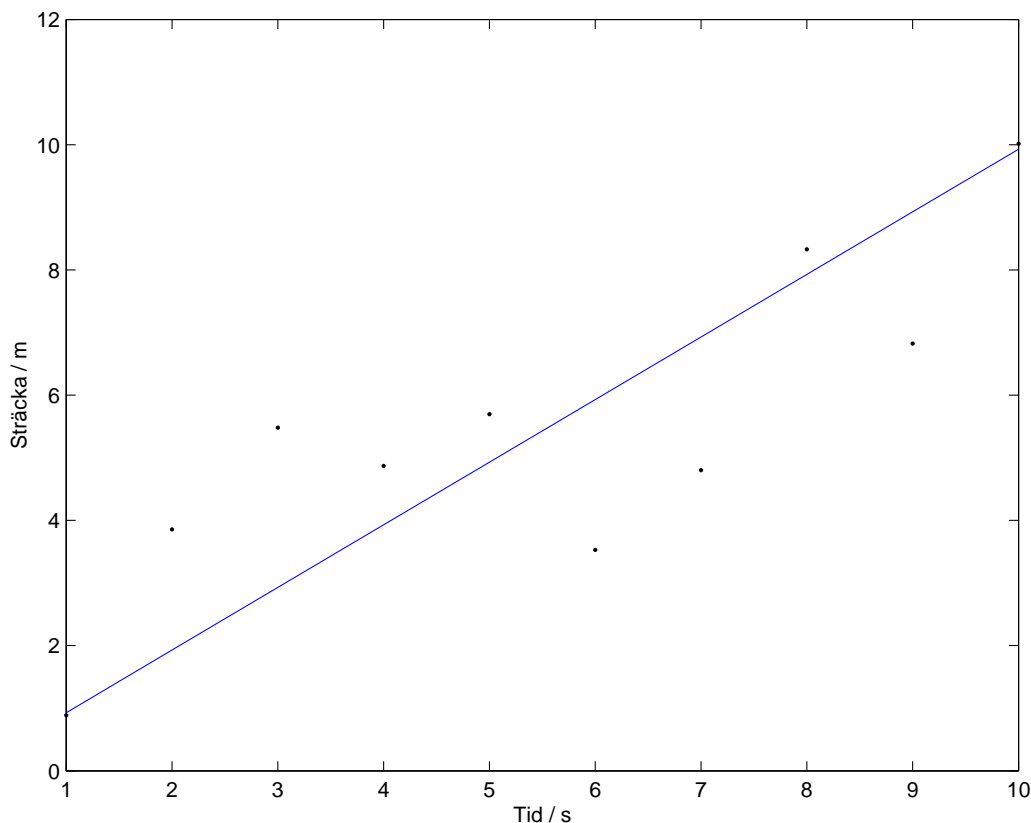
4.3 Diagram

Syftet med ett diagram är att göra det lättare för läsaren att tolka mätvärdena. I tabeller är det ibland svårt att se trender och avvikelser. Ett diagram är en bild där man tydligt markerar mätpunkterna i ett koordinatsystem. Varje axel (oftast två, x- och y-axeln) ska vara märkta med storhet och enhet, precis som ett tabellhuvud. Även här kan det ibland vara lägligt att ha med en exponent tillsammans med enheten, för att slippa ha med samma exponent längs med hela axeln. Det är viktigt, precis som för tabeller och andra figurer, att referera till diagrammet i texten så att det på ett naturligt sätt ingår i rapporten, annars är risken att läsaren helt enkelt bortser från det!

Ofta vill man visa en trend med sitt diagram, till exempel att mätningarna följer en rät linje. Detta visar man

genom att lägga en linje i diagrammet som passar mätpunkterna så bra som möjligt. Alltså inte genom att bara binda ihop punkterna så att man får ett krokigt streck istället för en rät linje.

Nedan följer ett exempel på ett bra diagram, med storheter och enheter på axlarna, en klargörande figurtext, tydliga mätpunkter och en lättolkat anpassad linje.



Figur 1: Sträckan som funktion av tiden. Kryssen är mina mätpunkter och den heldragna linjen den bästa anpassade räta linjen till mätpunkterna.

5 Inlämning, rättning och betyg

Skriv en fin rapport och lämna in den senast en vecka efter laborationstillfället. Rapporten kan vara handskriven eller skriven på dator, men är den handskriven ska det vara lätt att läsa texten. Spar ett exemplar av rapporten, exempelvis en fotokopia, ifall den du lämnar in skulle råka komma bort. Ju senare du skriver rapporten, desto svårare blir det. När vi rättar har sena rapporter alltid lägst prioritet, och det kan ta lång tid att få laborationen godkänd.

De flesta försök kommer utföras i grupp men alla måste skriva en *egen* rapport (däremot får man givetvis gärna jobba tillsammans med att analysera mätvärdena efter laborationen) . Om det kommer in flera identiska rapporter blir de automatiskt underkända.

Rapporterna rättas och får något av betygen:

Väl godkänd - Klart, en rapport utöver det normala.

Godkänd - Klart, men se eventuella kommentarer.

Åter - Det finns ett eller flera fel som måste korrigeras innan rapporten lämnas in på nytt. Att en rapport får 'Åter' behöver inte betyda att den är dålig, en bra rapport kan få åter om man har glömt att redovisa

en liten detalj som måste redovisas. Glöm inte att skicka med den gamla rapporten, där korrigeringarna finns markerade, när du lämnar in rapporten igen.