

Jonas Persson

Att föra laboratorie- journal

Trondheim, januar 2015

Att föra laboratorie-journal

Jonas Persson
Skolelaboratoriet
Program for lærerutdanning
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Trondheim, Januari 2015

Innehåll

1	Varför föra journal	7
1.1	Journaler i industrin	8
1.2	Journaler i akademien	8
2	Journalens generella utformning	9
2.1	Övergripande principer	9
2.2	Organisering och journalföring	10
2.2.1	Typografi och design (Front matter)	10
3	Journalen	15
3.1	Laboratorie experiment	15
3.1.1	Introduktion	16
3.1.2	Plan för experimentet	17
3.1.3	Observationer och data	18
3.1.4	Diskussion och resultat	23
3.1.5	Slutsatser	23
4	Journalen som verktyg	27
4.1	Dokumentera ideer	27
4.2	Litteratur studie	27
4.3	Träning	28
5	Historiska lab-journaler	29
5.0.1	Isaac Newton	30
5.0.2	Alexander Graham Bell	31
5.0.3	Michael Faraday	32
6	Allmänna råd för journalföring i kort form	33

Förord

A laboratory notebook (colloq. lab notebook or lab book) is a primary record of research. Researchers use a lab notebook to document their hypotheses, experiments and initial analysis or interpretation of these experiments. The notebook serves as an organizational tool, a memory aid, and can also have a role in protecting any intellectual property that comes from the research.[1]

När det gäller det arbete som man gör i forskning och utveckling (men även andra områden) är det viktigt att arbeta systematiskt. Men för att det skall vara möjligt att göra detta på ett effektivt sätt måste man se till att alltid komma ihåg exakt vad man gjorde tidigare. Om man bara förlitar sig på sitt minne finns det en risk att man kan glömma av några detaljer. Eller mer tydligt, kommer du ihåg vad det var du gjorde för 37 dagar sedan? Vad åt du till frukost, tog du cykeln eller bussen, vilken buss..

Det är viktigt att inte glömma att alla glömmar eller förlorar detaljer. Det finns olika spel där det går ut på att minnas saker och är det lätt? Samma sak när man läser till en examen, man glömmar alltid någonting. Exakt det samma gäller när man exempelvis skall göra ett experiment. Man glömmar!

Samtidigt är det viktigt att man har all information som behövs för att exempelvis skriva en rapport, eller vetenskaplig artikel. Skall man återupprepa ett experiment är det viktigt att man vet exakt vad man gjorde. Här borde det vara uppenbart att det mänskliga minnet inte är tillräckligt utan vi behöver ta i bruk hjälpmedel.

Det hjälpmedel som avses är en laboratorie journal eller lab-journal (eng: Lab notebook). Som alla verktyg så handlar det inte bara om att ha den utan att använda den och använda den på rätt sätt. Detta är dock något som kräver träning, och desto mer man övar desto bättre blir man. Här är det viktigt att börja tidigt och inte tröttna utan hitta sin egen journalföringsteknik. Det är viktigt att anpassa sig till målgruppen för lab-journalen, något som beror på kontexten. En lab-journal du för under studierna har en äldre version av dig själv som målgrupp, möjligen dina lab-kamrater. Dock inte lab-assistenten!!!! Denne är där i rollen som vägledare för att hjälpa dig att hitta rätt och guida dig. I en framtida yrkesroll så kommer en journal ha en annan målgrupp, dina kollegor. Detta gör att man måste anpassa sig till den praxis som finns där, men har man en god grund att stå på blir det lättare.

Detta häfte är till för att ge motivation för att lära sig föra journal och visa på viktiga saker som bör vara med. Det är viktigt att du är medveten om att jag inte ger ett facit (som inte existerar) utan guidar dig att hitta en form som underlättar för dig. Journaler under utbildningen är ganska personliga och skall brukas till att skapa en vana att föra journaler. I arbetslivet kommer då den grund som lagts här att vara till nytta.

Jonas Persson
Trondheim, Januari 2015

Kapitel 1

Varför föra journal

En av den viktigaste och mest fundamentala tillämpningarna av den vetenskapliga metoden är att notera och spara de resultat som man får. Dessa notater är grunden för ett felfritt experimentellt arbete. Detta gäller på alla nivåer, från skolan, till universitet, från laboratorier i skolan till professionell forskning. Alla som är inblandade i något form av experimentell undersökning (men lika mycket i andra typer av forskning) bör förstå och bruka de stringenta principer för att dokumentera sina handlingar, tankar och resultat. Man använder lab-journaler av olika skäl. För forskare är det viktigt att dokumentera sin experimentella design, metoder, observationer och resultat. Till denna information kan man lägga till mer analytiska notater som diskuterar, evaluerar och tolkar observationerna och resultaten, för att nå fram till en slutsats. Tilläggsinformation som foton av experiment-utrustningen, utskrifter och annat, skall också sparas. Är journalen förd med tillräcklig detalj och klarhet, samman med nödvändig noggrannhet och precision, kan den användas i framtiden för verifiering och upprepning av experimentet. I tillägg kommer sådana journaler att kunna användas och underlätta arbetet med att skriva rapporter, patent eller vetenskapliga artiklar.

För att detta skall vara möjligt är det viktigt att man dokumenterar allt som görs. Notaterna måste vara tydliga, koncisa och fullständiga. En korrekt journal innehåller otvetydiga redogörelser av "sanningen" som observerats. För att en journal skall ha ett värde måste alla experiment beskrivas i detalj, de som misslyckats i lika stor detalj som de som lyckats. Det är viktigt att komma ihåg att även ett misslyckat experiment eller ett experiment som gav ett noll-resultat är lika viktigt som ett resultat som gav ett resultat. Detta står i kontrast till vetenskaplig publicering där bara lyckade experiment beskrivs, på samma sätt som man sällan ser artiklar som upprepar ett experiment. Man måste komma ihåg att ett experimentellt resultat måste bekräftas av någon annan innan det är fullt accepterat, helst med en annan metod eller utrustning, som ett sätt att eliminera systematiska fel.

Den grundläggande principen för journalföring är notera i detalj och så tydligt att en annan person i framtiden kan ta journalen och repetera experimentet baserat på den nedskrivna beskrivelsen, och göra samma observationer som i originalet. Om principerna följs skall även författaren förstå notaten när han/hon läser den, även om det gått flera år.

Efter att data har noterats, kan man analysera dom. En journal kan då fungera som ett forum där data och observationer kan analyseras, diskuteras, evaluerats och tolkas. Även om data idag oftast föreligger som datafiler är det ändå bra att notera dom i journalen alternativt skriva ut och limma in. Detta för att en journal är en logisk plats att samla och sammanfatta resultat. Det är viktigt att inte utesluta diskussioner som man haft för att i efterhand kunna se om man diskuterat allting. Många gånger får man en ide i efterhand, men det kan vara en ide som diskuterats men inte noterats, vilket gör att man inte utnyttjar tiden maximalt.

Nu är det inte bara det aktuella experimentet som kan utvärderas utan även arbetsmetoden, vilket journalen bör beskriva tydligt. Detta ger ytterligare en dimension i journalföring som är viktig för den personliga utvecklingen.

1.1 Journaler i industrin

För många företag är journaler och journalföring en integrerad del i verksamheten, för att säkerställa dokumentation. Här kan även en väldokumenterad journal fungera som underlag för uppfinningar och patent. En korrekt förd journal är då essentiell del i ett patentförfarande då den ofta är det enda beviset för att en enskild person står för iden. Då en journal kan räknas som ett juridiskt dokument kan det brukas i domstol för att avgöra patent-tvister.

Men viktigare är att journalerna fungerar som ett oformellt sätt att sprida information, till skillnad från rapporter. Detta sätt att arbeta har blivit vanligare då man idag har möjlighet att använda elektroniska journaler, som då delas mellan flera personer. Det är heller inte ovanligt att journalerna används som ett sätt att se hur olika projekt framskrider genom en review-process, detta fungerar även som ett sätt att sprida kunskapen och säkra att projekt inte är avhängiga av en person.

1.2 Journaler i akademien

Som student för man journal därför att det krävs i kurserna (speciellt laboratoriekurserna). Men det är viktigt att inse att journalföring är en färdighet som är till stor nytta i framtida arbetssituation. Om man kan utveckla färdigheten vid universitetet, kommer journalföring att bli rutin och en naturlig del av experimentellt arbete istället för en börda. Att skiva en bra journal kräver disciplin och övning. Det är en färdighet som inte kommer naturligt för alla utan måste övas upp.

För de studenter som gör ny eller nyskapande forskning, kommer journalen vara den primära källan av information för att skriva en uppsats, avhandling eller teknisk rapport. En bra journal kommer att underlätta skrivandet betydligt. Dessutom som i fallet med journaler i industrin kan uppfinningar och patent vara en motivering att föra en noggrann journal.

Kapitel 2

Journalens generella utformning

Som borde vara klart från motivationen i förra kapitlet, så är det viktigt att journalerna innehåller all nödvändig information. Detta medför att ingenting får finnas som lösa lappar eller i en sådan form att information kan försvinna. Detta medför att man skall använda sig av inbundna notat-böcker och limma in information i boken. I fallet med elektroniska journaler skall dessa vara sådana att det inte är möjligt att ta bort information. Detta sätter då även krav på vilken penna man använder men även på kvaliteten på pappret. Notaterna skall skrivas med en penna som inte går att radera, kom ihåg att hela "sanningen" skall skrivas ner. Denna princip gällde (gäller) för loggböcker till sjöss, allt som skrivs in i loggboken måste finnas kvar och får inte ändras. Känner man ett behov av att radera så skall man hellre skriva en kommentar varför det som skrivits inte skall beaktas. Man bör även köpa en inbunden notatbok som är kraftig nog att klara omild behandling

2.1 Övergripande principer

Jag kommer att gå igenom vad man bör tänka på när man för en journal. Detta kommer att ske i kommande avsnitt. Här ger jag dock en lista med övergripande principer.

- Notater skall göras i direkt anslutning till arbetet. Man skall inte vänta till senare.
- Alla notater skall dateras och i förkommande fall signeras.
- Journalen skall delas upp i tydliga och beskrivande sektioner.
- Skriften skall vara läslig och grammatisk korrekt (utan syftningsfel).
- Använd en aktiv berättarstil (i första person) för att få ett flöde i beskrivningen och tydligt visa vem som gjort vad.
- I förekommande fall skall varje notat/sida bevittnas av en annan person (datum och signatur).

2.2 Organisering och journalföring

Nyckeln till en bra journal ligger i tydlighet: Tydlig layout, tydliga beskrivningar och tydlig handskrift. En journal som är fylld av oorganiserat klotter från pärm till pärm kräver mycket tid och möda för att få fram önskad information när du behöver den, och kan till och med ge fel information. Desto tydligare och enklare det är att hitta i journalen, desto mer kommer du att använda den.

Det finns egentligen inget perfekt alenarådande system för hur en journal skall se ut. Varje person, jobb eller projekt behöver ett system som passar just för det. Detta innebär att du måste vara flexibel i vilket system du använder. Men detta betyder inte att allt går, utan det betyder att man måste kunna dom grundläggande principerna och applicera dom allt efter vad situationen kräver. Här kommer jag att gå igenom dom grundläggande principerna för hur en journal bör organiseras.

Det första som man måste vara fullständigt klar över är att din journal skall vara skriven så att vem som helst skall kunna förstå vad du har skrivit. Detta gör att du samtidigt som du skall ha ditt personliga perspektiv i stunden så måste du beakta perspektivet för framtida läsare (som kan vara dig själv). Om du till exempel skall samla analytiska data så är en välstrukturerad tabell det bästa. Handlar det om att prova ut ny utrustning, kan en berättande beskrivning, där du berättar vad du gör vara att föredra. Den flexibiliteten som behövs i en journal kan ibland innebära att man kortar ner och i andra fall att man tar med alla detaljer.

För en talare handlar mycket om att känna sin publik, för att anpassa presentationen. Detta gäller även när du skriver en journal. Det är din uppgift att se till att journalen är möjlig att använda i framtiden och det måste du göra medan du skriver.

2.2.1 Typografi och design (Front matter)

Journalen, som bör bestå av ett inbundet häfte, bör bestå av ett antal viktiga delar som inte omfattar själva journalföringen. Dessa är; omslag med titel, titelsida med kontaktinformation, innehållsförteckning, förord och lista över använda förkortningar. Har företaget eller universitetet instruktioner om journalföring bör även dessa finnas i journalen, då före innehållsförteckningen.

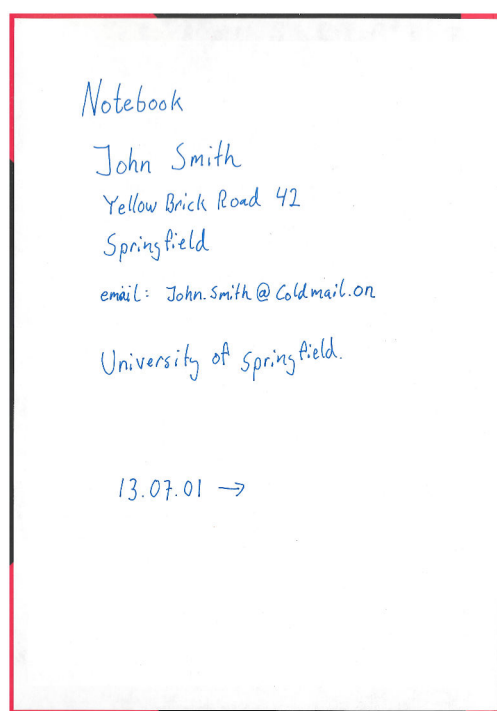
Man bör också tänka på att numrera alla sidor, såvida det inte redan är gjort. Det är också viktigt att lämna utrymme för eventuella kommentarer, varför man enbart bör använda höger sida av ett uppslag till journalföring.

Omslag med titel

Journalen som du skriver bör ha en titel som gör det enkelt att identifiera den. Här kan det vara lämpligt att förutom titel och namn även skriva datum för när den började användas. För att ytterligare öka identifikationen, bör man även skriva titel eller annan identifiering på ryggen av journalen. Det blir då lättare att hitta den om den står i en bokhylla eller ligger i en hög med böcker. Vit korrekturfärg (tippex) är möjligt att bruka. Denna titel på ryggen bör vara så enkel som möjligt men samtidigt identifiera journalen på ett bra sätt.

Titelsida med kontaktinformation

Den första sidan skall reserveras för information om ägaren till journalen. Är det en personlig journal bör kontaktinformation inkluderas för att du skall kunna få tillbaka den om den förloras på något sätt. När det gäller företag eller laboratorier så skall i princip inte journalen lämna företagets lokaler eller laboratoriet. Beroende på vilken typ av journal som förs kan placeringen vara en fast plats. En kör-journal för ett instrument skall i princip alltid finnas vid detta instrument. I tillägg skal datum vara med på titelsidan.



Figur 2.1: Exempel på titelsida på insidan av omslaget.

Innehållsförteckning

För att det skall vara lätt att hitta information i en journal bör man ha med en innehållsförteckning. Här måste man dock tänka på att innehållsförteckningen kommer att fyllas i efter hand, så man måste lämna tillräckligt med utrymme för den. Som tidigare så gäller även flexibilitet i hur man utformar innehållsförteckningen. Den generella innehållsförteckningen består av en tabell med en kolumn för datum, en kolumn med en kort med fullständigt beskrivande titel och en kolumn för sid-nummer.

Detta generella struktur fungerar bra för studenter. Men är det flera projekt som skall beskrivas i journalen, bör även dessa vara med. Men exakt hur innehållsförteckningen skall se ut beror mycket på behovet, så det är viktigt att vara flexibel.

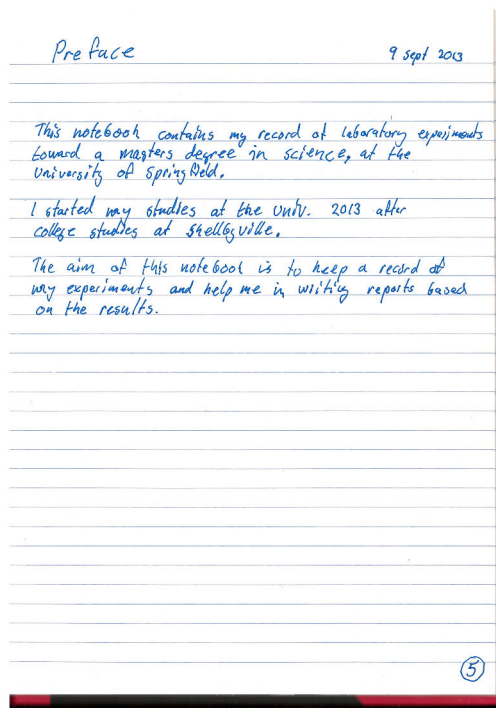
Date	Subject	Page
9. sept 2013 begin 10. sept 13	Preface Table of abbreviations	5 7
15. sept 2013 29. sept 2013	Physics 101: Determination of g Chemistry 102: Boiling point of pentanol	11 23

Figur 2.2: Exempel på innehållsförteckning.

Förord

Förordet är den del av en journal som flest inte har med. Detta beror troligen på att man ser journalen som något opersonligt samt att det bara är en själv som skall läsa i den. Detta kan vara sant, men för en framtida läsare, så måste den personen kunna sätta in journalen i rätt sammanhang för att kunna tolka den rätt. Förordet behöver inte vara speciellt långt, men bör ge följande information:

1. Vem har skrivit journalen. Ge namn, titel, institution (företag, universitet), i förekommande fall handledare och medarbetare.
2. Vad är målet med journalen. Beskriv varför och journalens roll. Är journalen en fortsättning på en tidigare journal i ett projekt så kan en sammanfattning av projektet vara bra.
3. Var har journalen använts? Detta behövs för att man kanske vill konsultera andra data som kan finnas. För studenter och universitet handlar det bland annat om information om kursplaner och anställda.
4. Finansiering? För studenter är inte detta viktigt, men när det gäller forskningsprojekt är detta information som bör finnas med. Lånekassan är inte en finansiär som behöver uppges.



Figur 2.3: Exempel på förord i en student lab-journal.

Förkortningar

När man skriver en journal använder man olika typer av förkortningar som beteckning på olika saker. Det kan röra sig om kurskoder, rums- och platsnummer och så vidare. Dessa förkortningar fungerar för dig nu och där men kanske inte i framtiden. För att undvika att skriva ut fullständiga beskrivningar kan man ha en eller flera sidor med förkortningar som används ofta. Detta är också tillämpligt till instrument och metoder. Man kan i tillägg använda detta som underlag för att förenkla arbetet, genom att föra in värden på konstanter som används ofta.

Abbreviations 10 sept 2013

<u>Abbrev.</u>	<u>Meaning</u>
101	Physics course Mech. Fall 2013
102	Chemistry course General. Fall 2013
EXP	Exploring Physics; Data collecting software used in physics labs.

Figur 2.4: Exempel på hur en sida med använda förkortningar kan se ut.

Kapitel 3

Journalen

Som nämnts tidigare är det viktigt att vara flexibel. Detta gör att vad och hur man för i journalen påverkas. Det som man alltid skall fråga sig är hur skall jag föra journalen så att innehållet blir så klart och lättförståeligt som möjligt. Om man vill kan det vara bra att motivera upplägget i journalen.

Man behöver beakta att varje projekt eller uppgift kan delas upp i fyra faser; Bakgrund, Planering, Utförande och Analys av resultat. Dessa faser kan användas som en mall för journalen, men man måste vara beredd på att flera faser kan inkluderas och att de olika faserna behöver olika stort utrymme.

3.1 Laboratorie experiment

Experiment kan ta allt från några timmar till flera veckor eller i vissa fall år. Det är då viktigt att man i tillägg till att journalföra rena data även sätter in dom i sitt rätta sammanhang. Här är det då lämpligt att ha med i alla fall fem huvuddelar:

- Introduktion
- Planering för experimenten
- Observationer och data
- Diskussion av resultaten
- Slutsatser

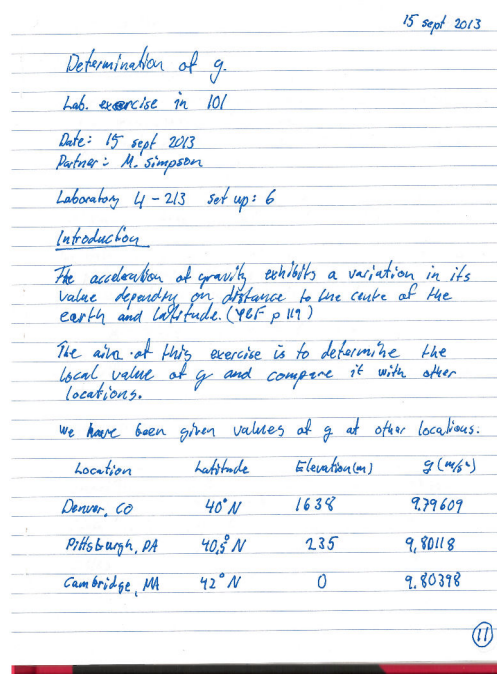
Här är det värt att notera att Analys av resultat, har delats upp i två delar, diskussion och slutsatser. Att dela upp på detta sättet gör det möjligt att i journalen argumentera och samla tankarna. På detta sätt är det möjligt att i eftertid se hur man tänkte, vilket i sin tur gör det möjligt att hitta eventuella tankefel eller misstag. Slutsatserna kommer då ganska naturligt efteråt och kan hållas fria från en omfattande diskussion.

Man kan också notera att denna uppdelning följer den deduktiva vetenskapliga processen där man skapar en hypotes och från den konstruerar ett experiment för att testa hypotesen, genomföra testen och drar slutsatser. Men uppdelningen fungerar även med en induktiv process, där stora datamängder samlas in innan en slutsats dras.

För varje del skall man se till att ha en så beskrivande överskrift som möjligt. Det är dock möjligt att ha en överskrift som "Introduktion", men man skall vara flexibel och där det behövs vara mer specifik. Exempelvis Experiment-planering för att testa ledningsegenskaperna hos BN_2 . Om avsnitten blir långa (över flera sidor) är det bra med del-överskrifter och att man på toppen av varje sida skriver vilken del det är.

3.1.1 Introduktion

Varje nytt experiment skall man starta på en ny sida, där datum, beskrivande titel, ev. projektnummer och annan viktig information skall skrivas. Här är det också lämpligt att skriva upp lokal och vilka som man samarbetar med. Omedelbart efter detta skall man skriva en introduktion till experimentet, en beskrivning av den vetenskapliga problemställningen. Här skall man också skriva en motivering till experimentet. Även en översikt över tidigare resultat med referenser skall i förekommande fall finnas här. Det är viktigt att introduktionen är så fullständig som möjligt, då det är det som ger motivationen så väl som att den sätter experimentet i sitt rätta sammanhang. Samtidigt innebär detta att introduktionen kan bli lång och då behöver man dela upp den. Även om detta vanligen inte behövs för laborationer på grundnivå så är detta desto mer viktigt när man skall designa sitt eget experiment, så det är väl använd tid att få rutin på att skriva en bra introduktion.



Figur 3.1: Exempel på introduction till ett experiment i en lab-journal. Notera bruk av referens när det gäller teorin.

3.1.2 Plan för experimentet

Efter introduktionen skall en beskrivning och plan av experimentet följa. Om man inte har med denna delen utan går direkt på att föra in data kommer framtida läsare att ha svårt att se vad det är du har gjort. Om du har en klar beskrivning av vad du skall göra och hur du har tänkt dig att genomföra detta. Bara att ge en klar beskrivning gör det lättare för dig att fokusera på problemet och dess lösning. Skall du samarbeta med andra fungerar detta som en införelse i hur du tänkt det och gör att ni har lättare att prata om samma saker. Genom att experiment ofta måste modifieras under experimentets gång bevaras den ursprungliga planen, vilken man kan gå tillbaka och lära sig mycket av. Denna delen kan också fungera som ett sätt att undvika att göra om samma sak flera gånger.

Det är viktigt att presentationen är så tydlig som möjligt, bruk av figurer och listor med planerade experimentsteg är bra. Här kan även referenser till andras arbete inkluderas men det är viktigt att inte ersätta det med en egen noggrann planering. Det är dina egna ord som triggar tankeprocesserna och ger nya ideer.

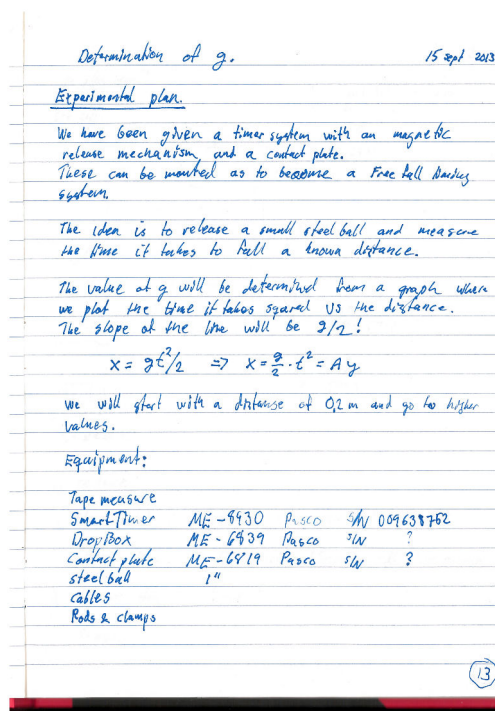
Det är viktigt att se skillnaden mellan introduktionen och planen för experimentet, introduktionen skall sätta in experimentet i sitt sammanhang, dvs det är en tillbakablick, medan planen är framåtblickande mot det som skall ske.

Om man väljer att presentera planen som en lista med mål som skall uppfyllas är det viktigt att man kan föra in lämpliga sidnummer när dessa är uppnådda.

I denna sektionen kan man även lägga till tabeller med fysiska data som man kommer att behöva använda. När det gäller experimentuppställning eller experimentutrustning är det möjligt att ha med dom i denna sektionen. Men dessa kan lika gärna vara med i nästa sektion.

Experimentuppställningen bör ha en egen del, där det är bra om man har en så tydlig figur som möjligt. Då många har kameror är det frestande att ta en bild av uppställningen och nöja sig med det. Men här är det lätt att gå sig vill i detaljer, och att det är svårt att identifiera alla delar. Detta gör att en handritad skiss många gånger är bättre eller ett mycket bra komplement. Det är i tillägg lättare att se det viktigaste. En lista med hjälpmedel och instrument är också viktig att ha med. Här måste man tänka på att ett instrument skall kunna identifieras, varför man även bör ta med serienummer, i tillägg till typ och tillverkare. Här kan även osäkerheter för instrumentet tabelleras. Detta gör att man slipper att leta efter detta i efterhand.

Om man skall följa en bestämd procedur bör denna beskrivas här. Det kan röra sig om en given procedur eller den procedur som du tar fram själv.



Figur 3.2: Exempel på experimentell plan. Observera att utrustninge beskrivs noga. Här ges även den teoretiska grunden för experimentet och hur man planerat att gå till väga.

3.1.3 Observationer och data

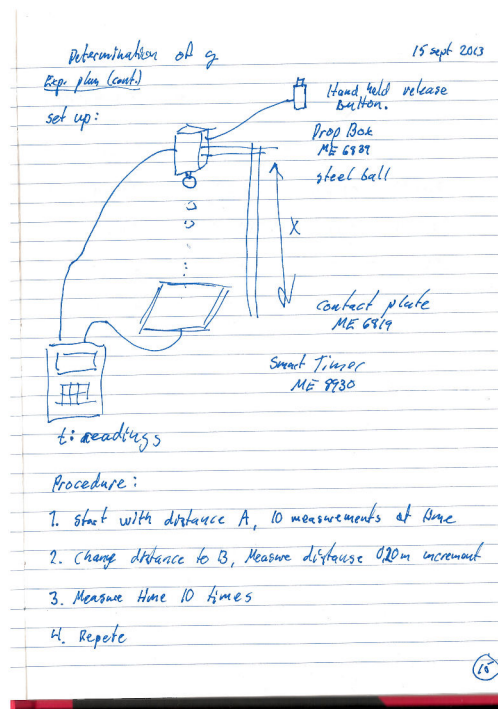
Denna del är den centrala i journalen där du skall skriva ner alla observationer som du gör under experimentet. Dessa observationer och data bilda grunden för om du kan verifiera eller förkasta din hypotes och hjälpa dig med att planera nya experiment. Här är det viktigt att du är objektiv och sanningsenlig när du skriver ner dina observationer samtidigt som du gör dom. Det är viktigt att inte utelämna någonting.

Det du observerar är dina primär- eller rå-data, och dessa är mycket värdefulla för dig och för kommande läsare. Det du skall koncentrera dig på är att observera och skriva ner dessa data. Genom att inte försöka göra beräkningar eller tolka resultaten samtidigt så är det större chans att du inte gör några fel. För att få ut det mesta ur dina data, bör du vänta med tolkningar tills experimentet är klart. Det handlar i princip om att du följer din experiment planering till fullo. En fördel med detta sätt att arbeta är att du undviker en eventuell bias till ett förväntat resultat.

En anledning till att arbeta på detta sätt är att man har all information om man skulle hitta något oväntat. Louis Pasteur sa:

Chance favors only the prepared mind

Många av dom stora vetenskapliga upptäckterna har kommit genom slumpen,



Figur 3.3: Fortsättning av experimentell plan. Här skisseras experimentuppställningen med namn på de olika delarna. Studenten anger i tillägg hur dom ska gå tillväga genom en bestämd procedur.

Röntgens upptäckt av röntgenstrålning, Flemings upptäckt av penicillin och så vidare. Om man har alla experimentella observationer och data så är det lättare att upptäcka och reproducera oväntade resultat.

Här kan observationerna noteras i en berättande stil, där första person kan användas för att visa vem som gjort observationen. Är det någon annan som tagit upp data skall detta vara tydligt i texten. Här är det viktigt att man är så tydlig som möjligt och inte använder komplicerade ord eller meningar. Det skall vara lätt att förstå vad som gjorts.

Sammanfattningsvis så är det viktigt att notera data direkt och så tydligt som möjligt. Håll fokus på att göra observationer när detta skall göras.

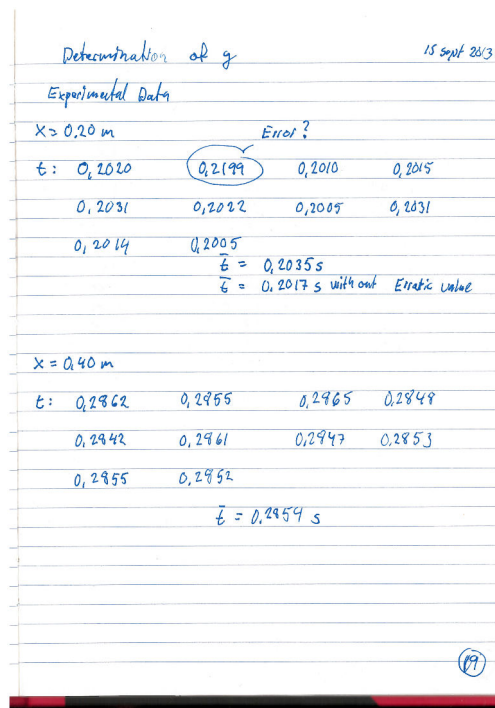
Format

När det gäller data och observationer i journaler, så är den allmänna rekommendationen att man för in dessa på höger sida av ett uppslag och lämnar vänster sida fri för beräkningar, grafer och kommentarer. Dock måste man fylla alla sidor utan tomrum om man planerar att ta ut patent eller vill ha prioritet för en upptäckt.

Det är också viktigt att man har med datum (och år), detta för att lättare se när arbetet gjordes, små noteringar om veckodag eller en speciell händelse

den dagen kan fungera som hjälp för minnet.

Som nämnts tidigare är det viktigt att ha numrerade sidor, använd gärna sidnummer i ev. kommentarer eller referenser till tidigare experiment.



Figur 3.4: Exempel på hur data kan presenteras. Här sparas data på ett format som inte är optimalt. I tillägg står det inget om hur data tagits fram på denna sidan utan man måste gå tillbaka till den experimentella planen. Är detta ett bra sätt att arbeta? Observera speciellt att studenten fick ett värde som avviker. Detta har han markerat och när medelvärdet räknats ut så räknas två värden ut, en med och en utan mätningen som avviker.

Determination of g		
Exp. data (cont.)		
$x = 0,6$	$x = 0,8$	$x = 1,0$
$\bar{t} : 0,3481$	0,4039	0,4520
0,3501	0,4025	0,4516
0,3505	0,4032	0,4510
0,3495	0,4041	0,4531
0,3491	0,4029	0,4536
0,3510	0,4036	0,4505
0,3489	0,4033	0,4516
0,3482	0,4037	0,4521
0,3505	0,4039	0,4510
0,3499	0,4046	0,4519
$\bar{t} = 0,3496$	0,4036	0,4519

Figur 3.5: Alternativt sätt att notera data. På ett sätt är detta mer överskådligt, men är det ett bra sätt?

Ritningar

En bild säger mer än 1000 ord, och detta gäller beskrivningen av experimentuppställningen också. Har man inte med detta i introduktionen bör det finnas med här. Här är det viktigt att notera det essentiella med uppställningen, ritningen behöver inte vara skalenlig men det bör noteras om den inte är det. Är det detaljer som är viktiga bör du ha med detalj-ritningar av dessa. Förekommer det rörelse hos ex. mekaniska delar bör den rörelsen markeras i ritningen. I figur 3.3 finns ett exempel på hur en figur kan se ut.

Beräkningar

De mätdata som du samlar in kommer i många fall att bearbetas. Detta gör att själva proceduren med beräkningar också skall redovisas. Här bör man tänka på att skriva upp de formler som används. I många fall väljer man dessutom att notera hela processen i beräkningen för ett mätvärde, de övriga anges bara slutvärdet för. Genom att arbeta på detta sättet blir det lättare att se hela beräkningsprocessen i sitt sammanhang i eftertid. Man kan då lättare hitta tankefel. Innan elektroniska kalkylatorer fanns skrevs alla uträkningar ner i detalj. På samma sätt som för direkta mätdata är det viktigt att man har ordning på slutvärdena i en beräkning.

Grafer

Idag så använder man nästan alltid datorer för att få fram grafer. Det är då viktigt att dessa förs in i journalen på ett bra sätt. Det bästa är att limma in grafen på vänster sidan där rå-data är tabellerade. Man kan i tillägg skissa en enkel graf i lab-journalen medan man tar upp data.

För att graferna skall vara så användbara som möjligt bör följande information finnas med:

1. Beskrivande titel och datum skall finnas med som överskrift eller som bildtext (under grafen)
2. Axlarna skall vara tydligt märkta med storheter och enheter.
3. Markörerna i grafen skall definieras tydligt och den informationen skall finnas med.
4. Om felen i data är kända skall dessa markeras i grafen
5. Maximalt 4 kurvor i en graf, fler gör att det blir svårare att läsa.
6. Använd olika linjer istället för olika färger.
7. Markera vilka data som använts i grafen.

Korrektioner

Korrektioner i data och på andra ställen i journalen, bör göras genom att man drar ett streck över det som är fel. Det är då också viktigt att ge en förklaring till varför data var fel. Detta gör att de felaktiga data fortfarande går att tyda om man hade fel om att dom var fel. Dessutom kommer man ihåg varför och med vilken motivering dom togs bort från början. I figur 3.4 ser vi hur en student fått ett mätvärde som avviker från de övriga. Detta värde har noterats som vara beroende på ett fel, dock finns ingen motivation. I detta fall så görs flera mätningar och det är lätt att se att värdet är fel och vi ser att påverkan på medelvärdet är förhållandevis litet. Genom att räkna ut medelvärdet med och utan detta värde så kan man se hur mycket det påverkar.

Hur detaljerad skall man vara?

Detta är en fråga som är svår att besvara. Om en kompetent person kan ta din journal och reproducera ditt försök enbart från din beskrivning, då har du lyckats. För många detaljer är bättre än för få. Men detta besvarar egentligen inte frågan.

Man ser om man har lyckats genom att låta en vän (som inte gjort samma försök) läsa igenom din journal och se om han/hon förstår exakt vad du gjort. Det som ofta är uppenbart för dig som författare kanske inte är det för läsaren. Men samtidigt kan det vara farligt att ta med för många detaljer då det då skymmer det väsentliga. En tumregel är om något kan påverka experimentet så skall det vara med. Kan temperaturen i rummet påverka skall den noteras.

Men detalj rikedommen är också beroende på kontexten. För en laboratorie journal under din utbildning så är det viktigt att ta med så mycket man kan för att sedan lära sig vad som kan och bör exkluderas. Här är både handledare och

medstudenter värdefulla som diskussionspartners. Men kom ihåg att handledarna har många att förhålla sig till och kan därför inte ha samma fokus som en medstudent har.

3.1.4 Diskussion och resultat

Denna delen är där du kan reflektera över dina observationer och hur du arbetat. Denna del skall skrivas efter att datainsamlingen är klar. Detta innebär att om du skall genomföra en serie av experiment så skall en diskussion följa efter varje enskild experiment. Om man får en ny ide under data insamlingen skall denna antecknas omedelbart (på vänster sida) och sedan tas upp i diskussionen igen. Men praxis skall vara att man koncentrerar sig på data insamling och väntar med tolkning och analys.

I diskussion kan beräkningar, grafer och sorterade tabeller inkluderas. Här kan man och bör skriva ner tankar och tolkningar. Om du får en ide skriv ner den direkt, ideer är ganska flyktiga och det är lätt att tappa tråden.

Men notera att slutsatser inte hör hemma här, denna delen är till för att sortera data och försöka förstå dom, själva processen för detta är viktig att dokumentera. Även de resultat man kommer fram till bör finnas med i denna sektionen. Resultaten kommer i tillägg att presenteras i slutsatser, men det kan vara bra att skriva ner dom även i denna sektionen. Här ska man vara medveten om att målgruppen för de olika sektionerna skiljer sig lite. Här redovisar du processen med att organisera data, medan i slutsatser presenterar du resultaten och inte processen. Fokus i denna sektionen är på det du gjort och hur, inte på vad du kom fram till.

3.1.5 Slutsatser

I den sista delen av journalen skall du summera målet med experimentet, vad som gjorts och vad du funnit. Formen kan vara enligt:

- Vad var målet med undersökningen?
- Har hypotesen bekräftats eller motbevisats?
- Hur fungerade experiment designen?
- Vad kunde gjorts annorlunda?
- Vad gör vi nu?

På ett sätt kan man se slutsatserna som ett abstrakt för en eventuell artikel eller rapport. Det vill säga att den skall vara så informativ att man förstår experimentets resultat enbart genom att läsa den. Även om du sedan skriver en rapport så är detta avsnitt viktigt för dig att ha, då det är det som talar om för dig vad resultatet blev och detta måste finnas i journalen.

Determination of g 15 sept 2013

Discussion:

We performed measurements of the local g by using a steel ball falling from different heights.

The timing system is supposed to be accurate to 0.0001s. Through discussion we doubt this accuracy as being too optimistic.

We also observed problems in getting the distances with a similar accuracy, especially with small distances.

Instead of using a free fall experiment a pendulum might give more accurate values (see note p18)

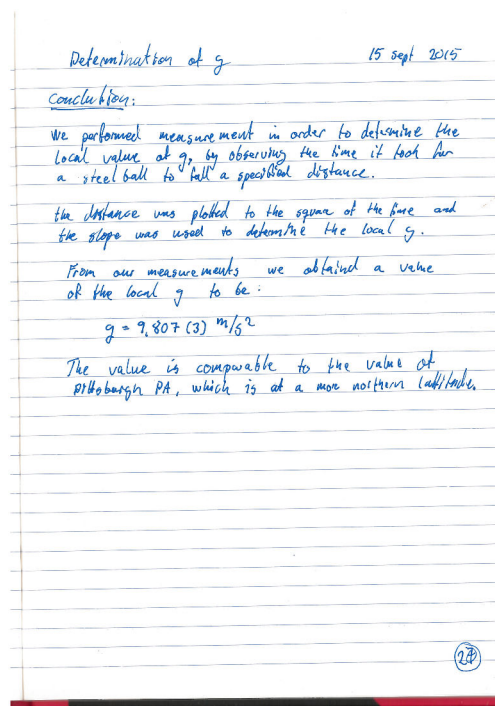
We got one anomalous measurement (p19) which we can not explain.

In order to avoid statistical errors 10 measurements on all heights were recorded, and the mean was used in the analysis.

The data was plotted in a graph with the time squared vs distance and the slope was used to calculate g . (p22)

(25)

Figur 3.6: Exempel på diskussion. Observera att studenten skriver om vad dom fann för svagheter i metoden. Han använder sig också av hänvisningar till sidor i journalen, något som gör det lättare att hitta. Vi ser också att ideer under arbetet tas upp igen.



Figur 3.7: Slutsatser från ett experiment där målet var att få fram ett specifikt värde. I strukturen är slutsatsen lik en sammanfattning till en rapport. Observera att slutsatserna sammanfattar hela experimentet och kan i princip användas för att få en bild av hela experimentet. Med andra ord när man läser slutsatsen så förstår man direkt vad som skulle göras och vilket resultat man fick.

Kapitel 4

Journalen som verktyg

Även om journalen har ett direkt syfte i att fungera som ett sätt att dokumentera experimentella resultat så har den ett större användningsområde. Här ger jag några exempel på vad man kan använda en journal till.

4.1 Dokumentera ideer

När man får ideer så behöver man ett sätt att dokumentera dessa och att hålla ordning på dem. Att använda en journal till detta är en god rutin. Förutom de rent juridiska aspekterna av detta för ev. patent, så har man då en möjlighet att dokumentera framdriften av ideerna. Här bör man följa den procedur som för ett experiment. Genom att beskriva idén i så enkla ord som möjligt. Även om det då kan verka kristallklart så är det inte säkert att det gör det för andra när du skall förklara idén (eller för dig själv när det gått en tid). Att skriva ner den ger dig då en möjlighet att förfinas och testa din argumentation på dig själv. Här är det viktigt att skriva i så korta tydliga meningar som möjligt. Ritningar är mycket viktiga, men det är viktigt att hålla dem så enkla och tydliga som möjligt. En översiktsritning och flera detaljritningar är att föredra än att få med för mycket information i en bild.

4.2 Litteratur studie

En journal kan användas som ett hjälpmedel att genomföra en litteratur studie. Man organiserar journalen efter logiska sektioner med tomma sidor. I varje sektion för man då in relevant information och håller koll på vad som lästs och deras innehåll. Fördelen med detta är att allt ditt material är samlat fysiskt på ett ställe med minimal risk för att information tappas bort. Men det finns också nackdelar, den största är att du läst dig i ett format och kan inte omorganisera materialet om du finner ett bättre sätt att organisera materialet. Om man använder en elektronisk journal har man dock inte detta problem.

4.3 Träning

Även om detta avsnitt avviker mer än de andra från det man förväntar sig av hur man kan använda en journal så är det kanske det avsnitt som är av störst nytta för en själv. Här är målgruppen mycket begränsad, nämligen till dig själv. Här handlar det om att du skall hålla koll på din egen kunskap och hur den utvecklas. Ta en situation där du skall lära dig använda ett nytt instrument eller en maskin, all information som du skall behöva finns i manualen. Men trots det så finns det alltid små trix som du antingen får från en mer erfaren kollega eller så kommer du på dom själv. Detta är kunskap som bör skrivas ner, bara genom att du skriver ner dom gör att du minns bättre, men också så har du anteckningar som du kan använda för att repetera det du lärt dig. Genom att hålla den generalla formen för en journal har du alltid möjligheten att förtydliga i efterhand.

Detta sätt att arbete begränsar sig inte bara till experiment utan kan även användas i andra sammanhang, exempelvis för föreläsningsnotater. Men då måste man tänka på att formen kommer vara annorlunda. Här kommer varje föreläsning att vara ett nytt projekt", med en introduktion till föreläsningen, som skrivs före föreläsningen. Anteckningarna som fungerar som data och observationer. Efterarbetet i form av diskussion av resultaten (föreläsningen). Och sist men inte minst slutsatser, där du sammanfattar det viktigaste från föreläsningen. Detta medför initialt ganska mycket extraarbete, men när man har fått rutinen så går det mycket lättare och man lär sig mycket bättre.

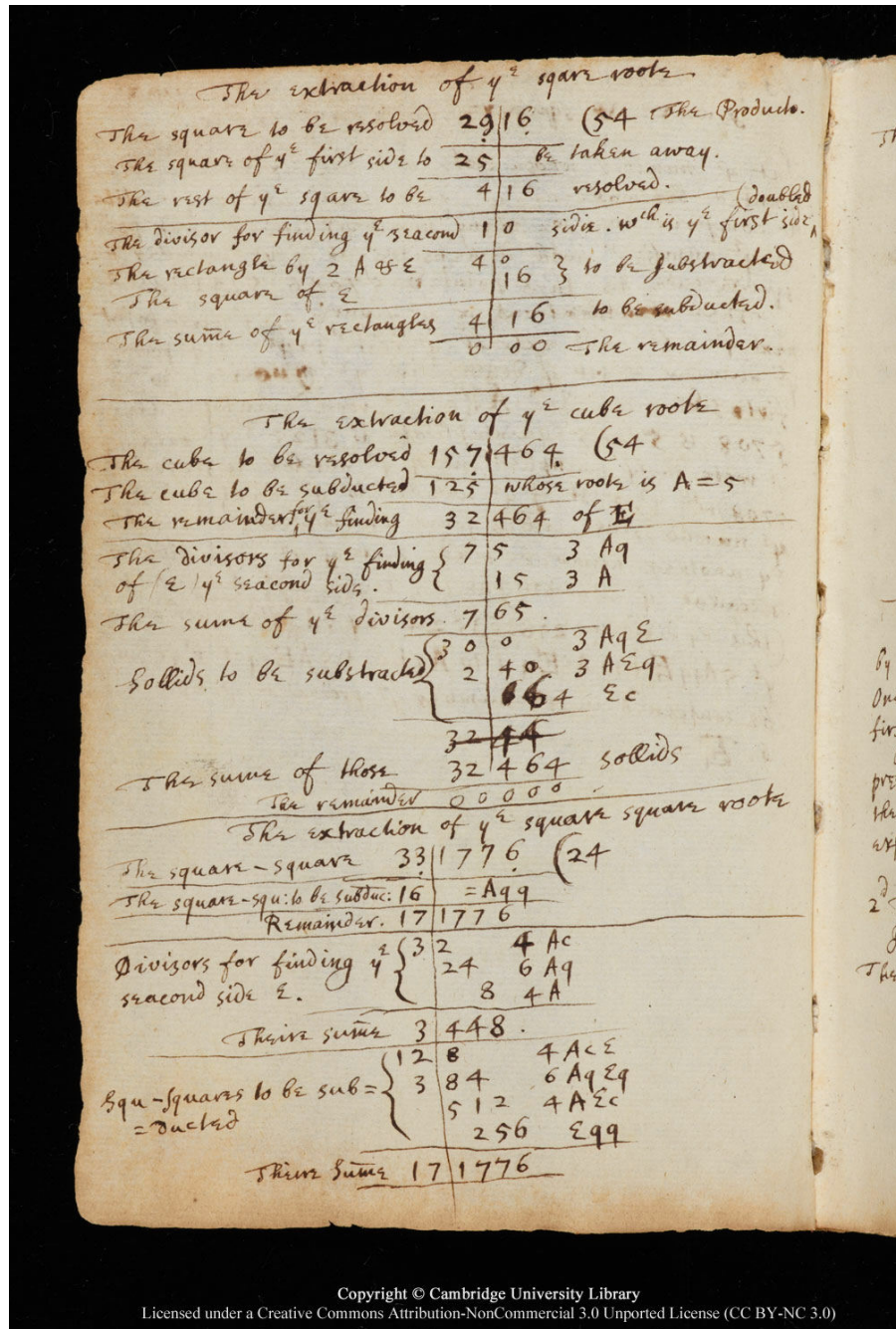
Kapitel 5

Historiska lab-journaler

Lab-journaler har använts av många kända och okända vetenskapsmän. Här ger jag exempel på några som har bevarats. Dessa är av stort värde för vetenskapshistoriker, då man har tillgång till författarnas egna tankar direkt. Man kan då se hur de olika upptäckterna har vuxit fram genom dom observationer som gjorts. På 1800-talet och i vissa fall även under 1900-talet, har alla efterlämnade papper från framstående vetenskapsmän, samlats, redigerats och getts ut i bokform. Det har i många fall visats att de upptäcket som vi idag tillskriver vissa vetenskapsmän, studerats av andra före dom, men aldrig publicerat resultaten av olika orsaker.

5.0.1 Isaac Newton

Newton förde noggranna anteckningar och journaler under sin livstid. Många av dessa dokument finns idag på biblioteket vid Cambridge University[2].

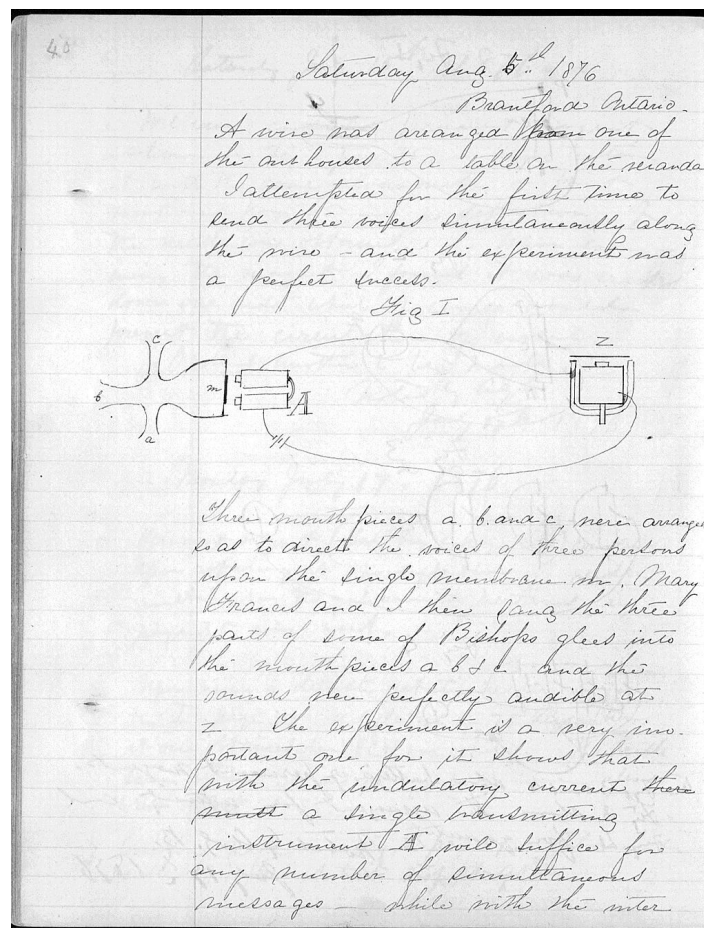


Copyright © Cambridge University Library
 Licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License (CC BY-NC 3.0)

Isaac Newtons college notebook. Copyright Cambridge University Library, licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License (CC BY-NC 3.0)

5.0.2 Alexander Graham Bell

Som uppfinnare, förde Bell noggranna anteckningar över sina projekt. Stilen är berättande med många figurer som visar hur hans apparater såg ut. Vi hittar även direkta försök med resultat i journalerna. Några av hans journaler finns bland hans efterlämnade papper i Library of Congress[3].



Lab-journal for Alexander Graham Bell s 40 5 aug 1876. [Library of Congress, Manuscript Division]

5.0.3 Michael Faraday

Den vetenskapsman som man främst förknippar med journaler (notebooks) är Michael Faraday. Detta beror på att han efterlämnat sig en stor mängd dokument som idag förvaras vid The Royal Institution of Great Britain [4] och The Institution of Engineering and Technology [<http://www.theiet.org/>]. Antalet experiment som finns beskrivna i dessa uppskattas till cirka 30000. I tillägg finns ett antal böcker med spekulativa ideer.

En av orsakerna till att Faraday förde så noggranna anteckningar var att han inte litade på sitt minne. Det hände upprepade gånger att han gjorde om ett experiment, då han glömt att han redan gjort det. Men detta var också en följd av kulturella ideer som gjorde att han förde anteckningar. Då han gjorde så mycket skapade han även ett system för att hålla ordning på alla anteckningar.

En sak som man kan observera är att Faradys anteckningar och hur dom fördes utvecklades under hans karriär. Flexibiliteten som han hade möjliggjorde detta. En stor del av dom principer som getts i detta kompendium har sitt ursprung i Faradays journaler och har testats i olika sammanhang. Så genom att lära sig föra en journal är att gå i Faradays fotspår.

Kapitel 6

Allmänna råd för journalföring i kort form

1. Journalen bör vara inbunden och med sidnummer.
2. Det är bra om datum och titel för experimentet finns på toppen av varje sida.
3. Lab-partner skall noteras med namn.
4. Alla kommentarer och data skall föras in med en penna som inte går att radera. Fel skall korsas över med ett streck och helt kommenteras.
5. Alla beräkningar som görs bör föras in i journalen.
6. Alla notater skall skrivas in i journalen, inte på lösa papper. Om lösa papper måste användas limma in dem i journalen.
7. Limma in alla utskrifter, foton etc. i Journalen.
8. Experimentella procedurer skall föras in i journalen. Undvik att limma in lab-instruktioner, använd hellre dina egna ord. Beskrivningen skall vara så fullständig som möjligt.
9. Diagram av utrustningen och en lista med detaljer (modell, serienummer) om apparater skall vara med.
10. Ange felen vid varje experiment, även uppskattade fel.
11. Notera alla rå-data, även alla beräkningar som behandlar rå-data.
12. Skriva bara ner dina egna observationer i journalen. Andras observationer kan läggas till som kommentar, med tydlig referens till att det är någon annans observation.
13. Var noga med att notera inställningarna på instrumenten. Se till att alltid ange enheten på alla storheter.
14. Slutsatser som dras under experimentet skall noteras som sådana. Var tydlig med att skilja mellan förväntade och reella resultat.

15. Se till att uppdatera innehållsförteckningen efter varje experiment/projekt.

Det är viktigt att vara så objektiv som möjligt i journalförandet. Se till att det inte finns några oklarheter när det gäller syftningen. Det är tillåtet och man bör skriva i första person. Men viktigast av allt, journalen skall vara fullständig.

Litteraturförteckning

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Lab_notebook [03.12.2014]
- [2] <http://cudl.lib.cam.ac.uk/collections/newton> [07.01.2015]
- [3] <http://www.loc.gov/item/magbellbib004167> [07.01.2015]
- [4] <http://www.rigb.org/our-history/michael-faraday/papers> [07.01.2015]

ISBN 978-82-7923-072-4