

# Kompletterande instruktioner, tips samt principer för bedömning av Laboration 2 "Magnetiska fält"

(Elektromagnetism 12 hp)

## I. Allmänt.

1. Du studerar noggrant labinstruktionen för att förstå den, och löser samtliga teoretiska uppgifter (innan själva laborationen). Du bokar dig själv till en viss labgrupp, om du inte redan gjort det, samt till ett visst muntligt redovisningstillfälle. Studenter i grupp A (B,C) skall boka sig under redovisningstillfällena för grupp A (B,C).
2. Du genomför, tillsammans med en eller två kollegor och med hjälp och handledning från labassistenterna, själva laborationen.
3. Du genomför själv en analys av dina mätvärden (arbete vid dator). En labassistent finns tillgänglig för att hjälpa dig om du får problem. Du kan givetvis jämföra med dina kolleger (vid samma labuppställning och labtillfälle) för att kontrollera dina resultat.
4. Du skriver en Sammanställning av dina resultat och din analys, enligt de instruktioner som finns i labinstruktionen plus nedanstående kompletterande instruktioner, och lämnar, senast vid den i det detaljerade schemat angivna tiden, en utskrift av denna sammanställning till Studentexpeditionen eller till den kursansvarig läraren.
5. Sammanställningen studeras av en lärare, som betygsätter den med en viss poängsumma (maximalt 68p) enligt nedan antydda rättningsmall. Läraren ger dig besked om vad som eventuellt måste korrigeras innan den muntliga redovisningen.
6. Du korrigerar sammanställningen (om det begärs) och lämnar en utskrift av den korrigerade versionen, tillsammans med den ursprungliga sammanställningen, till din examinerande lärare. Läraren ger dig sedan besked om det är klart för den muntliga redovisningen, eller om ytterligare korrigeringar av sammanställningen behövs.
7. Vid ditt inbokade muntliga redovisningstillfälle hos samma lärare gör du en maximalt 20 minuters muntlig redovisning av din laboration. Denna muntliga redovisning betygsätts efteråt av läraren med maximalt 32p enligt nedan antydda rättningsmall.
8. Den slutliga sammanvägningen (som görs av de tre examinerande lärarna) kan alltså ge maximalt  $68 + 32 = 100$ p. Den summa du uppnått avgör ditt omdöme på laborationen (U, G eller VG),

## II. Sammanställningen

**Allmänt:** Sammanställningen skall vara lättläst och överskådlig. Det kan vara lämpligt att skriva den på dator, men det är inte nödvändigt. Handskrivna dokument och handritade figurer är godtagbara, bara handskriften är klart och tydligt läslig och figurerna noggranna och tydliga.

Kort förklarande text bör infogas där så är lämpligt, t.ex. i härledningar och för att få sammanhang och överskådlighet. Alla tabeller, diagram och figurer skall numreras och förses med förklarande text.

Svårförståeliga programutskrifter av tabeller och liknande material är inte godtagbart. Formler skall redovisas på sedvanligt sätt, inte som programmering.

I alla diagram skall båda axlarna förses med axelrubrik inklusive sort, och alla tabellers innehåll skall framgå tydligt av rubrik, inklusive sort, för varje kolumn och/eller rad (vad som är lämpligt).

Resultat (värden) skall anges med lämpligt antal värdesiffror, dvs med rimlig hänsyn taget till felets storlek. Likaså bör felet i allmänhet ej anges med mer än 2 värdesiffror (t.ex.  $\pm 0.12$  snarare än  $\pm 0.118752$ ).

Sammanställningen skall skrivas ut, häftas ihop (inte skickas med email e.d.) och lämnas till studentexpeditionen eller (om så möjligt) till kursansvarig personligen eller i kursansvarigs postfack, senast vid i det detaljerade schemat angiven tidpunkt.

I nedanstående lista över olika deluppgifter ses vad som bör finnas med i sammanställningen. Poäng ges för varje genomförd deluppgift, ungefär som i en skriftlig tentamen, med avdrag för förekommande fel eller brister. Sådana fel eller brister kan också vara avsaknad av data, uppenbart (grovt) felaktiga data, felaktiga beräkningar och bristande härledningar.

**Ett råd:** jämför gärna dina beräkningar, diagram och tabeller med dina kolleger vid samma lab-uppställning, för att kontrollera era resultat mot varandra, men genomför alla beräkningar själv. Annars finns ju en risk att du bara ”tar över” någon annans misstag! Plus att du antagligen inte riktigt förstår vad som är gjort, då det är dags för den muntliga delen av redovisningen.

## Vad som skall finnas i sammanställningen:

### Från avsnitt 3.1

#### (Sambandet mellan B- och H-fälten i toroidspolens järnkärna)

1. Data för toroidspolen ( $N$ ,  $d$ ,  $l$ ,  $A$ , spolens likströmsresistans) med uppskattade fel angivna, samt spolens nummer. (5p)

2. Mätvärden för  $I$  och  $B$  (med fel) samt motsvarande beräknade värden på  $H_j$  (med fel) i tabellform och grafisk form. I mer detalj:

a) Ange den explicita *formel* du använt för beräkningen av felet i  $H_j$ .

*Tabell* över uppmätt  $B$  (med fel) samt motsvarande beräknade  $H_j$  (med fel) för uppmätta strömmar  $I$  (med fel), för låg ström (mellan -100 mA och +100 mA i steg om ca 25 mA). Börja med  $I=0$ . *Diagram* över  $B$  som funktion av  $I$ , och *diagram* över  $B$  som funktion av  $H_j$ . (10p)

b) På samma sätt *tabell* och *diagram* över  $B$  som funktion av  $I$ , samt  $B$  som funktion av  $H_j$  för hög ström (mellan -6 A och +6 A). (8p)

3. Värdet på  $\mu_j$  för svag ström med fel som tar hänsyn till att sambandet inte är linjärt eller entydigt. Ange den metod du använt för att uppskatta felet. Förklara gärna med figur. (5p)

### Från avsnitt 3.2

#### (Toroidspolen som kretselement)

4. Härledning (ur formeln för  $H_j$  i toroidspolen, med antagandet att  $B=\mu_j\mu_0H$ ) av den formel för  $L$  som används för att beräkna ett värde på  $L$  ur det värde på  $\mu_j$  som erhöles i punkt 3, dvs

$$L = \frac{\mu_0 N^2 A}{d + \frac{l-d}{\mu_j}}$$

Ange det beräknade värdet på  $L$ , med uppskattat fel. (6p)

5. Härledning av de formler som används vid beräkning av  $L$  och lindningsresistansen  $r$  från uppmätta spänningsamplituder och fasförskjutningar vid olika frekvenser, med antagande om "halvideal spole", dvs frekvensoberoende  $L$  och  $r$ , dvs formlerna

$$L = \frac{R}{\omega} \left| \frac{V_1}{V_2} \right| \sin \varphi \quad r = \frac{\omega L}{\tan \varphi} - R$$

där  $R$  är det yttre motståndet. Använd gärna t.ex. visardiagram. Observera att eftersom  $L$  är en funktion av  $\varphi$  så bör  $L$  från den vänstra formeln substitueras in i den högra för att undvika korrelerade fel i felanalysen. (4p)

6. Redovisning i tabellform av erhållna  $L$  och  $r$  vid olika frekvenser  $\omega$ , med fel. Skall inkludera mätning vid frekvenserna 50 Hz, 1500 Hz och 75 kHz. (6p)

7. Kort punktvis redovisning av faktorer som kan tänkas orsaka det synbara frekvensberoendet hos  $L$  och  $r$ , dvs den trend som ses, avvikelsen från modellen ”halvideal spole” och särskilt då avvikelsen från de tidigare uppmätta ”likströmsvärdena” på  $L$  och  $r$ . (Var beredd på frågor eller ta själv upp saken vid den muntliga redovisningen.) (2p)

### **Från avsnitt 3.3 (Energiomsättningen i toroidspolen)**

8. Redovisning av fyra beräkningsuppgifter, där dina tidigare uppmätta data utnyttjas. Redovisa tydligt de *metoder och formler* du använder samt de beräknade *resultaten*. Felkalkyl behövs inte. (8p)

### **Från avsnitt 4 (Enkla mätningar på en krets som innehåller en inducerad ems)**

9. Redovisa (gärna i lämplig tabellform) uppmätta amplituder och relativa faser vid oscilloskopgångarna Y1 och Y2 för kopplingarna (a) – (d). Feluppskattningar behövs inte, men använd lämpligt antal värdesiffror med tanke på avläsningsnoggrannheten. (8p)

10. Härledning och redovisning av motsvarande förväntade resultat med hjälp av Faradays lag. Kort jämförelse och kommentar till eventuella likheter och olikheter. (6p)

### **Maximalt antal poäng för sammanställningen 68 p**

Ditt resultat meddelas när en slutlig sammanvägning har gjorts.

### III. Den muntliga redovisningen.

#### Citat från labinstruktionen:

*” Redovisningen skall vara sådan att en student som genomgått motsvarande kurs någon annanstans (där inte denna laboration förekommer) skulle ha förstått den utan att ha läst instruktionen. Du skall dessutom genom denna redovisning visa att du utfört laborationen i enlighet med ovanstående allmänna riktlinjer, att dina resultat är riktiga, samt att du kan tolka resultaten på ett fysikaliskt korrekt sätt.”*

*”Tiden för redovisningen är 20 minuter med tillägg för eventuella frågor från läraren.”*

#### Några tips:

Det krävs inte att du är ”värtalare”. Däremot måste din framställning vara strukturerad (ha en genomtänkt struktur, dvs disposition). Använd gärna lämpliga illustrationer och diagram – ungefär som overhead. Avsikten är att du ska förklara laborationen för en grupp studenter som läst och kan elektromagnetism men INTE gjort just den här laborationen. Att enbart rabbla innantill från sammanställningen precis som den är skriven blir i allmänhet inte så bra! (Hur mycket skulle du själv då ha förstått om du var en åhörare?)

Beträffande struktur kan det löna sig att försöka följa det ”standardformat” som (med måttliga variationer) brukar följas i vetenskapliga artiklar:

Bakgrund  
Syfte  
Metod  
Resultat  
Diskussion

Bakgrunden kan i detta fall hållas ganska kortfattad eftersom din målgrupp skall vara studenter med ungefär samma kunskap som du själv. Du behöver alltså inte förklara sådana saker som Ampères lag eller vad ferromagnetism är för något. Däremot måste du vara mycket tydlig med syftet i just den här laborationen – vad är det man velat undersöka och mäta? Därefter skall du beskriva metoden – dels själva idén, hur det är tänkt att fungera (exempel: även om studenten du vänder dig till är kunnig, så kanske hon/han inte omedelbart inser t.ex. hur man genom att mäta i ett luftgap i en toroid kommer åt både B och H och därmed också M, magnetiseringen). Härledningarna av formler behöver i allmänhet inte redovisas i detalj (de bör ju finnas redovisade i sammanställningen), men du kan förklara det väsentliga – syftet, antagandena, den slutliga formeln och hur den användes. Du bör beskriva dina mätningar – vad du mätte, varför och hur, och hur du uppskattade felen. Kan du säga vilka fel som bör ha varit mest betydelsefulla? Sedan skall du tydligt och överskådligt redovisa resultaten, samt diskutera dem – hur kan man förstå dem? Om det är stora avvikelser från vad du förväntat dig, kan du i efterhand förklara dessa avvikelser på något sätt?

Som påpekas i labinstruktionen så är 20 minuter en kort tid. Repetera din framställning med en klocka framför dig på bordet! Du kan göra ett urval av vad du tar med i din redovisning, men var beredd på att svara på frågor om allt som berör laborationen. När dina 20 minuter är över, kan läraren tänkas ställa några sådana frågor till dig.

**Bedömningen** av din muntliga framställning blir med nödvändighet mer kvalitativ än bedömningen av din sammanställning. Följande moment ingår:

1. Framställningen var tillräckligt väl disponerad (strukturerad) och höll tiden 20 min.  
Urvalet av saker att ta upp var tillräckligt bra och genomtänkt. (5p)
2. Det förtydligande material (diagram, illustrationer av uppställningar, tabeller etc) som användes för redovisning och förklaring var tillräckligt bra. (5p)
3. Förklaringar och beskrivningar var till alla delar klara och tydliga. Inga oklara presentationer eller dunkla argument. (6p)
4. Studenten visade mycket god förståelse av de fysikaliska sammanhangen i laborationen. (8p)
5. Studenten kunde svara väl på alla frågor. (8p)

**Maximalt antal poäng för muntliga redovisningen** **32p**  
Ditt resultat meddelas när en slutlig sammanvägning har gjorts.

#### **IV. Slutlig bedömning av hela laborationen**

För den slutliga bedömning adderas antalet poäng för sammanställningen och antalet poäng för den muntliga redovisningen. Maximalt antal poäng blir alltså  $68 + 32 = 100$ p. Preliminärt skall gränsen för Godkänt (G) gå vid 50p, och för Väl Godkänt (VG) vid 75p, för omdömet G dock ej lägre än halva maximala poängsumman på sammanställning och redovisning var för sig. Dessa gränser kan dock komma att justeras på grundval av det genomsnittliga utfallet.