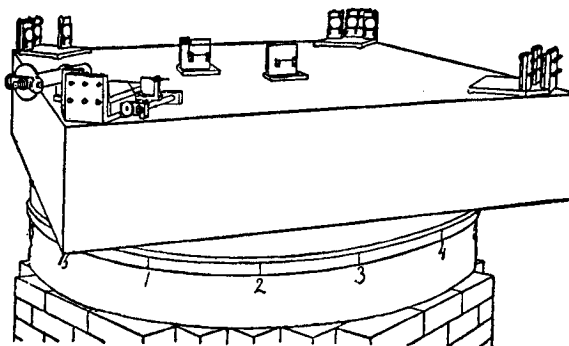


07

Interferometri



Michelson-interferometern som användes i Michelson-Morleys ljushastighets-experiment. För att kunna roteras var interferometern placerad på en $1.5 \times 1.5 \text{ m}^2$ stenplatta som låg och flöt i kvicksilver. Figur från [1].

Laborationens syfte är att du ska 1) få en grundläggande förståelse för hur en Michelson-interferometer fungerar och 2) lära dig lite praktisk optik.

Förkunskapskrav är att du har grundläggande kunskaper om superpositionsprincipen och interferens.

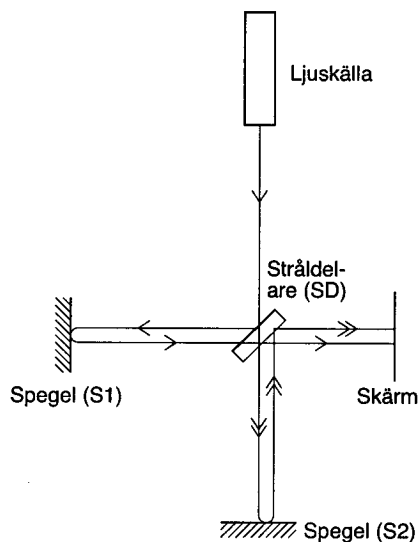
Du skall före laborationen läsa igenom detta lab-PM och tillhörande avsnitt i kursboken. Hemuppgifterna 1–5 på sidan 2 skall arbetas igenom före laborationstillfället.

1 Inledning

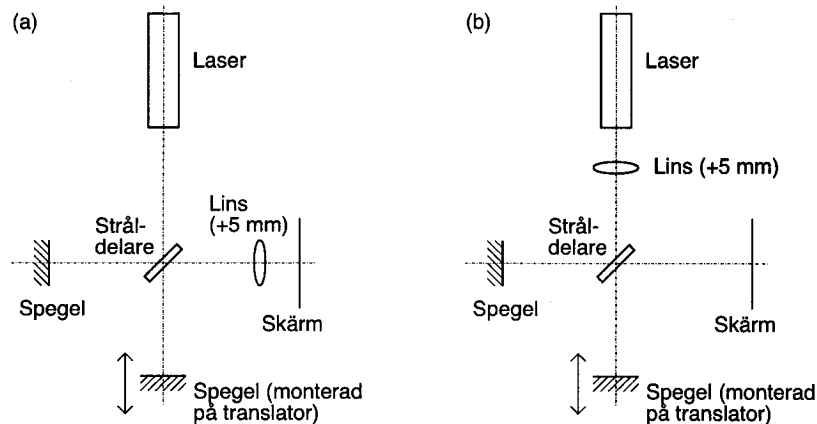
En interferometer är ett instrument där man utnyttjar ljusets vågnatur och interferensfenomen för att göra till exempel mycket noggranna längd- eller våglängdsmätningar. De flesta interferometrar är *amplituddelande* och bygger på principen att en ljusstråle delas upp i två (i t.ex. Michelson-interferometrar) eller flera (t.ex. Fabry-Perot) strålar. Dessa strålar får gå olika lång optisk väg för att sedan bilda ett interferensmönster.

Figur 1 visar principen för hur en Michelson-interferometer fungerar. Vi antar för enkelhets skull att ljuskällan ger en enda ljusstråle. Ljusstrålen träffar en stråldelare (SD) där den delas upp i två delstrålar. Delstråle 1 reflekteras i SD mot spegel S1, reflekteras tillbaka i S1 mot SD, och går genom SD mot skärmen. Delstråle 2 går genom SD mot spegel S2, reflekteras tillbaka till SD och reflekteras i SD mot skärmen. Beroende på vägskillnaden mellan de två strålarnas väg fås nu olika ljusstyrka på skärmen. Om vägskillnaden är ett helt antal våglängder fås konstruktiv interferens och man kommer att se en ljus prick på skärmen (kom ihåg att vi bara betraktat en enda stråle här).

Den första Michelson-interferometern konstruerades 1880 av A. A. Michelson. Strax därefter, 1887, användes en Michelson-interferometer i Michelson och E. W. Morleys berömda experiment, då de visade att ljushastigheten alltid är konstant. Framsided bilden till detta lab-PM visar interferometern som användes. Om ljuset hade haft olika fart i etermotvind jämfört med i etermedvind skulle det observerade interferensmönstret ha förändrats när



Figur 1: Principskiss av en Michelson-interferometer.



Figur 2: Två olika sätt att göra Michelson-interferometri med en laser som ljuskälla. I (a) är en lins med kort fokallängd ($f = 5 \text{ mm}$) placerad mellan stråldelaren och skärmen, i (b) är samma lins placerad mellan laser och stråldelare.

interferometern roterades 90° . Någon nämnvärd förändring av mönstret gick dock inte att se [1]. Detta blev början till slutet för eterbegreppet (man trodde tidigare att ljus utbreddes sig i en *eter*) [2]. Michelson använde också interferometrar för att göra noggranna våglängdsmätningar och för att mäta upp standardmetern i enheter av våglängder av ljus från en viss övergång i kadmium [1]. För dessa arbeten fick han Nobelpriset 1907 [3].

Detta lab-PM innehåller inget teoriavsnitt. Bakgrundsteorin som behövs för att lösa hemuppgifterna nedan kan inhämtas i till exempel referens [4].¹

2 Hemuppgifter

Hemuppgifterna 1–5 nedan skall göras före laborationstillfället.

1. Skissa hur ljuset går i en Michelson-interferometer.
2. Vad ser man på skärmen om man sätter upp en Michelson-interferometer som i figur 2(a)? Förklara varför.
3. Vad ser man på skärmen om man sätter upp en Michelson-interferometer som i figur 2(b)? Förklara varför.
4. Förklara hur man med en Michelson-interferometer kan bestämma våglängden för ljuset från en laser.

¹Har du synpunkter på laborationen eller detta lab-PM kan du höra av dig till Olabblaget@fy.chalmers.se

5. Förklara hur en Michelson-interferometer kan användas för att mäta olika gasers brytningsindex.
6. (Frivillig) Förklara hur man med en Michelson-interferometer kan bestämma våglängdsskillnaden mellan två tätt liggande våglängdskomponenter (till exempel Na-dubblettens våglängdsseparation i natriumljus).

3 Laborationsuppgifter

Uppgift 1: Bygge av en Michelson-interferometer

Sätt upp en Michelson-interferometer, först enligt figur 2(a) och sedan enligt figur 2(b). Tänk ut en systematisk linjeringsprocedur.

- a) Hur skiljer interferensmönstret på skärmen sig åt med de två olika uppställningarna? Förklara.
- b) Hur kan du maximera avståndet mellan två interferensmaxima på skärmen? Förklara.
- c) Sätt in en polarisator mellan stråldelare och vardera spegel. Vrid runt polarisatorerna och undersök vad som händer. Förklara.

Uppgift 2: Våglängdsbestämning

Bestäm laserns våglängd med hjälp av en Michelson-interferometer.

Uppgift 3: Brytningsindex hos luft och helium

Använd Michelson-interferometern för att bestämma brytningsindex för luft och helium.

Extrauppgifter

1. Bestäm Na-dubblettens våglängdsseparation.

Referenser

- [1] A. A. Michelson. *Studies in optics*. The University of Chicago Press, Phoenix Science Series, Chicago, 1968.
- [2] K. Krane. *Modern physics*. Wiley, New York, 1983.
- [3] <http://www.nobel.se/physics/laureates/1907/index.html>

- [4] E. Hecht. *Optics*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 3:e upplagan, 1998.