GÖTEBORGS UNIVERSITET 2001-04-06
Fysik och teknisk fysik 13.15-18.15
Lokal: VÖ11

# Tentamen i vågrörelselära och optik

**Naturvetarprogrammet, T4**

**Tid:** 2001-04-06, kl 13.15-18.15

**Lokal:** VÖ11

**Lärare:** Elsebeth Schröder

**Hjälpmedel:** Räknare. Observera att alla steg i räkningarna måste skrivas ner även i fall din räknare kan symbolisk räkning, integration etc. Tabellverk: Physics Handbook, Tefyma, Mathematics Handbook (Beta).

**Krav:** Uppställda samband skall motiveras. Börja varje uppgift på nytt blad.

**Bedömning:** Var och en av de 5 uppgifterna tilldelas maximalt 4 poäng. Betygsskala: 8.0-14.5 poäng ger betyg *Godkänd* och 15.0-20.0 poäng ger betyg *Väl godkänd.*

**Lösningar:** Lösningar anslås på entrédörrarna till Trapphuset, Fysik, Kemigården 1 så snart som möjligt efter tentamen.

## Uppgift 1

Forskare vid Cornell University i U.S.A. har producerad en gitarr på kisel på extremt liten skala: längden av gitarren är $10\mu$m och de sex strängarnas tjocklek är ungefär 50 nm (dvs cirka 100 atomer i diameter!). Figur 1 visar en elektronmikroskopbild av gitarren. Kisel har en densitet på $\rho = 2.3 \cdot 10^3 \mathrm{kg/m}^3$ och vi antar att kraften per tvärsnittsarea i en sträng är ungefär den samma som i en vanlig makroskopisk gitarrsträng, $F/A = 5 \cdot 10^8 \mathrm{N/m}^2$.
a) Om vi tänker oss att vi kan använda klassisk mekanik även på den här längdskalan, bestäm då grundtonens våglängd, den transversella vågens hastighet och frekvensen om man slår an en av strängarna. Är tonen hörbar?
b) Tillbaka till instrument av vanlig storlek: varför vet alla som någon gång har varit på en konsert att ljudhastigheten i luft är oberoende av ljudens våglängd? Vad skulle man höra om det inte var så?

Efter tentamen kan du hitta mer information om nano-gitarren på hemsidan
`http://www.news.cornell.edu/science/July97/guitar.ltb.html`

## Uppgift 2

En hund skäller med en ljudintensitetsnivå som i avståndet 15 meter från hunden är 75dB.
a) Vilken ljudintensitetsnivå hör du om *två* hundar bredvid varandra, 15 meter ifrån dig, varja skäller med denna nivån?
b) Vilken ljudintensitetsnivå hör du om du står 20 meter ifrån om de två hunderna? (Antag sfäriska ljudvågor)
c) Ändras ljudintensitetsnivån om de två hundarna fortfarande är 20 meter ifrån dig, men 5 meter ifrån varandra? Varför/varför inte?

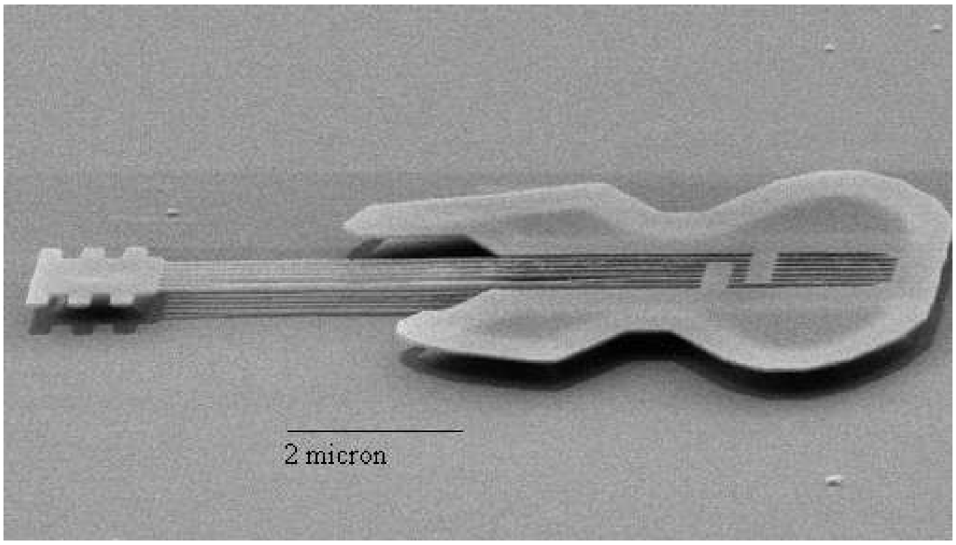


Figure 1: Elektronmikroskopbild av "nano-gitarren"

## Uppgift 3

a) Fraunhofer-diffraktionsmönstret från en dubbelspalt har 15 (hela) ljusa fransar inom den centrala diffraktionsmaximumet. Spaltbredden är 0.25 mm. Vad är storleken av spaltavståndet?
b) Vitt ljus, med våglängder i intervallet 400 nm till 800 nm, skickas genom dubbelspalten. Vilket vinkel-interval (från diffraktionsminimum till diffraktionsminimum) har det centrala diffraktionsmaximumet för den minsta respektive största våglängden?

## Uppgift 4

a) Opolariserad ljus skickas mot två polaroidfilter i enlighet med Figur 2. Vinkeln mellan de två polaroidfilternas polarisationsriktningar är $\theta$. Om intensiteten på ljuset genom de två filterna är 1/3 av det opolariserade ljusets, vilken är då vinkeln $\theta$?
b) Ett polaroidfilter ger upphov till linjär polarisation genom att *absorbera* ljus som har polarisationsriktning parallellt med de långa molekylerna i filtret. Ange kort tre andra sätt att uppnå linjär polarisation från opolariserad ljus.
c) Beskriv i mer detalj en av de tre metoderna för linjär polarisation omtalade i fråga b), illustrera gärna.

## Uppgift 5

Diskutera multi-reflektion i en film (se t.ex. figur 3), speciellt:
a) hur uppkommer den totala fasskillnaden mellan den yttre reflekterade strålen (strålen betecknad "$E_0 r$" i figur 3) och de övriga reflekterade strålarna? Ange den totala fasskillnaden mellan den yttre reflekterade strålen och en valfri av de övriga reflekterade strålarna.
b) vad är multireflektionens relevans för Fabry-Perot interferometern?

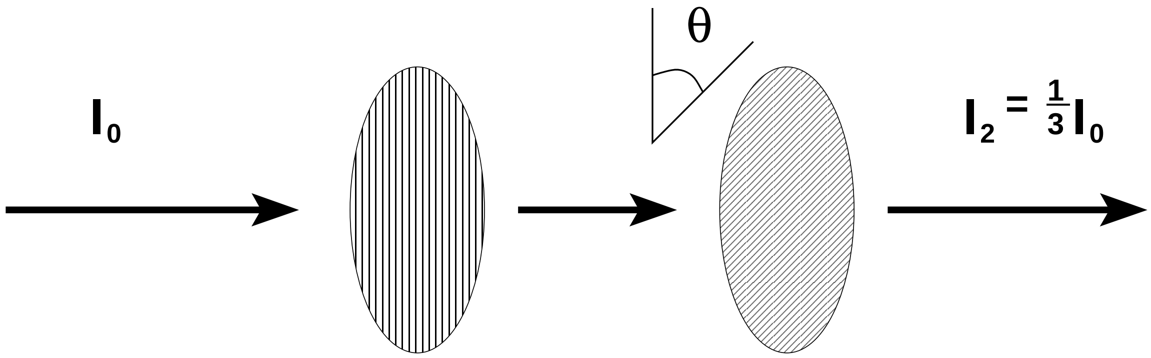


Figure 2:

*[Här är en kopia av Hecht's figur 9.43]*

Figure 3: