

## Tentamen i Vågor och partiklar, SK1131, 30 maj 2012

Tillåtna hjälpmedel: *Fundamentals of Physics*, eget formelblad, tabell, räknedosa, linjal, penna och papper.

1. Abraham Niclas Edelcrantz utvecklade den första optiska telegrafen som bestod av en mast med 10 järnplåtar som kunde ställas i olika lägen. Luckorna kunde växelvis öppnas och stängas och därigenom kunde man skapa upp till 1024 olika teckenkombinationer. Systemet kan sägas vara en föregångare till moderna datakommunikationssystem, genom att det bygger på ett binärt system med 10 signalelement. Den 30 oktober 1794 testades det när han Edelcrantz skickade en digital födelsedagshälsning till Gustav IV Adolf från Katarinaberget till Drottningholms slott. Detta fungerade och kungen blev glad. Ett större militärt system byggdes sen snabbt upp för att kunna signalera från kusten till Stockholm bl.a. om ev. fiendliga flottrörelser.

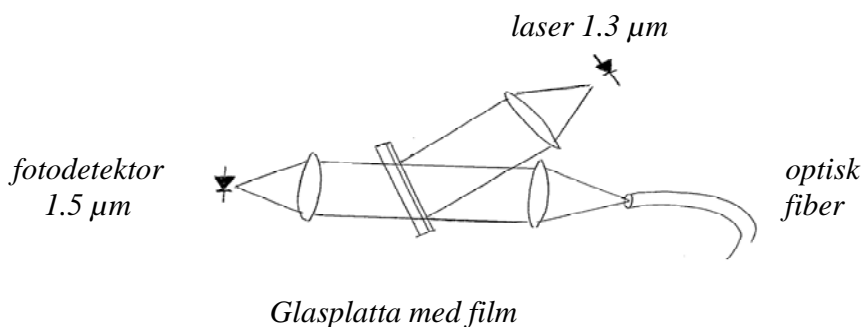


En länk i den optiska telegrafen, rekonstruerad. Metallplattorna som kan var nedfällda eller uppfällda syns i överdelen.

- a. Hur stora måste luckorna ha varit för att kungen skulle ha kunna se signalmönstren från sin terrass med blotta ögat? Avståndet mellan Katarinaberget och Drottningholm är ca. 12 km. Gör rimliga antaganden. (2P)
- b. Numera får kungen sin datatrafik via optiska singelmodfibrer (100 Mb/s, Telia). Han tar emot signaler vid våglängden  $1.5 \mu\text{m}$  och han kan skicka tillbaka signaler med en laser med våglängden  $1.3 \mu\text{m}$ . Sändar/mot-tagarkonstruktion *kan* se ut som nedan.

Fotodetektorn är gjord i InGaAsP. Vilket bandgap måste den ha för att man skall kunna detektera signalen (1P)

- c. Hur korta måste laserpulserna åtminstone vara i tiden för denna överföringshastighet? (1P)
- Brytningsindex för fibern är ca. 1.46 vid  $1.3 \mu\text{m}$  och  $1.5 \mu\text{m}$ .



2. I konstruktionen enligt figuren ovan har glasskivan en reflex/antireflexfilm som är våglängdssektiv. Kungens utgående signal vid  $1.3 \mu\text{m}$  reflekteras i spegeln medan den inkommande signalen vid  $1.5 \mu\text{m}$  transmitteras. Bestäm en filmtjocklek så att du får en hög reflexion för  $1.3 \mu\text{m}$  och en låg reflexion för  $1.5 \mu\text{m}$ . (4P)

Anta för enkelhets skull att spegeln är ställd vinkelrät mot strålarna och inte snett vinklat som i den förenklade bilden. Brytningsindex för  $\text{MgF}_2$  är  $n=1,38$  vid dessa våglängder och för glaset detsamma som i uppgift 1.

Vänd blad – tentan fortsätter!

3. En CCD-detektor är placerad 75 mm från ett linssystem med fokallängd 50 mm. I uppgiften kan vi anta att linssystemet kan approximeras med en tunn lins med samma fokallängd. Avståndet mellan lins och skärm är därmed inställt för att skarpt avbilda objekt placerade 150 mm från linsen på skärmen.

Om man istället vill avbilda ett objekt som står 100 mm från linsen så blir inte bilden på skärmen skarp. Skarp avbildning kan emellertid uppnås genom att en andra lins sätts in mellan objektet och den första linsen. I det här fallet sätts lins nr 2 in mitt emellan objektet och den första linsen.

a. Vilken fokallängd ska den andra linsen ha för att skarpt avbilda objektet på skärmen? (3P)

b. Hur hög blir bilden på skärmen om objektet är 10 mm högt? (1P)

Rita gärna en bild och tydliggör!

4. Röntgenstrålning med fotonenergin 10 keV sprids mot elektroner och får ett våglängdsskift på 1%.

a. Vilken våglängd har röntgenstrålningen? (1P)

b. I vilken vinkel sprids röntgenstrålningen? (1P)

c. Har den spridda strålningen längre eller kortare våglängd? (1P) Motivera svaret!

d. Vilken rörelsemängd har fotonen? (1P)

5. En partikel är bunden i en endimensionell potentialbox med oändligt höga väggar och med avståndet  $L$  från varandra (potentialen  $V=0$  inuti boxen). Beräkna sannolikheten att påträffa partikeln inom avståndet  $L/3$  från den ena väggen;

a. om partikeln är i grundtillståndet? (1P)

b. om partikeln är i första exciterade tillståndet? (1P)

c. om partikeln är i ett mycket högt exciterat tillstånd? (1P)

d. enligt klassisk fysik? (1P)

6. En av de viktigaste sönderfallsserierna i naturen är uran-radium serien. Den börjar med uranisotopen  ${}_{92}^{238}\text{U}$  och slutar med den stabila blyisotopen  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ . Halveringstiden för uranet  ${}_{92}^{238}\text{U}$  är  $4,5 \cdot 10^9$  år. Övriga halveringstider i serien är förhållandevis korta.

a. Beräkna efter hur lång tid ett mineral, som ursprungligen endast innehåller  ${}^{238}\text{U}$ , kommer att innehålla 1 atom bly per två atomer uran. (2P)

b. Uran - radium - sönderfallskedjan består av flera  $\alpha$  - och  $\beta^-$  - sönderfall. Hur många  $\alpha$  - sönderfall består kedjan av? Hur många  $\beta^-$  - sönderfall består kedjan av? Motivera svaren! (2P)

*Lycka till - trevlig sommar!*