

TENTAMEN I TILLÄMPAD VÄGLÄRA FÖR M**2013-06-03**

Skrivtid: 8.00 – 13.00

Hjälpmiddel: Formelblad och räknedosa.

Uppgifterna är inte ordnade efter svårighetsgrad.

Börja varje ny uppgift på ett nytt blad och skriv bara på en sida.

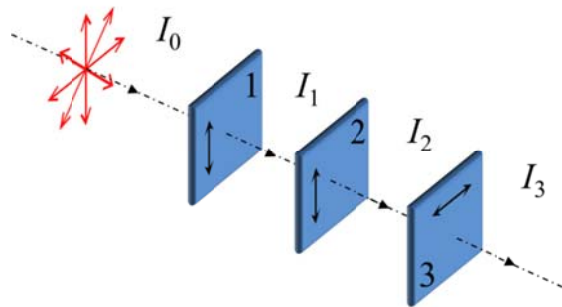
Lösningarna ska vara väl motiverade och försedda med svar.

Kladdblad rättas inte! Uppgifter utan svar ger inte full poäng!

Betyg: Varje korrekt löst uppgift ger 3 poäng. För godkänt krävs minst 12 poäng. På varje uppgift görs en helhetsbedömning.

1. Här kommer först några inledande frågor.

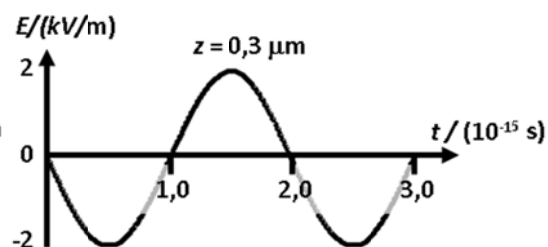
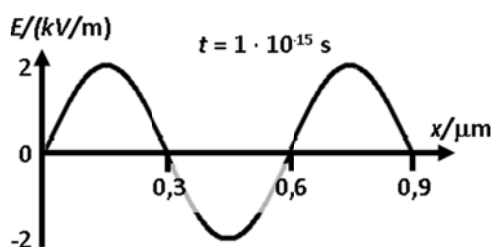
- a) En opolariserad ljusstråle med intensiteten I_0 infaller mot polarisator 1 i figuren nedan. Hur stor är intensiteten efter första andra respektive tredje polarisatorn uttryckt i I_0 ? Polarisatorernas genomsläppsriktningar är markerade i figuren. (1,0 p)



- b) En ljusvåg som utbreder sig i vakuum kan beskrivas av ekvationen

$$E_y(x, t) = E_{y0} \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right) + \alpha \right]$$

Bestäm med hjälp av diagrammet nedan om vågen rör sig till höger eller vänster. (1,0 p)



- c) Beräkna ljusvågens intensitet. (1,0 p)

2. Diskussionsuppgift

- a) Vitt parallellt ljus träffar en konkav spegel. Kommer det blå eller det röda ljuset att fokuseras närmast spegeln? Motivera ditt svar. (1,5 p)
- b) Vad händer med brännpunkten hos en konkav spegel som sänks ner under vatten? Motivera ditt svar. (1,5 p)

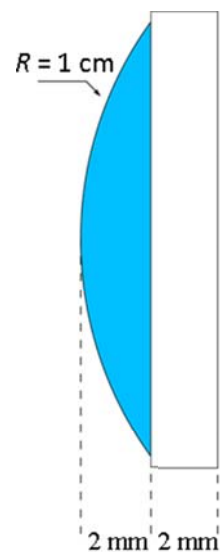
3. Vid en vandring på Satterlee Road i Kalifornien börjar det regna och du söker skydd mot regnet under en konstruktion med transparenta väggar. När regnet har stillat sig något betraktar du Golden Gate-bron genom väggen och det ser ut som bilden till höger, en stor Golden Gate-bro i bakgrunden och en liten till synes upp och ner-vänd bro i varje vattendroppe.



- a) Rita en schematisk figur med strålgångar som förklarar hur det kommer sig att avbildningen genom en regndroppe är upp och ner. Antag att droppen med bakomliggande transparenta vägg kan approximeras som en tunn lins. (1,0 p)

Räkna på en genomsnittlig vattendroppe som en del av en sfär med krökningsradien 1,0 cm och 2,0 mm tjock på tjockaste stället. Den transparenta väggen kan antas ha brytningsindex 1,333 (vilket är osannolikt lågt för ett fönstermaterial) och den är 2,0 mm tjock, se figuren till höger. Från ditt gömställe på Satterlee Road är det 1000 m till Golden Gate-bron.

- b) Var hamnar bilden? Är den reell eller virtuell? (2,0 p)



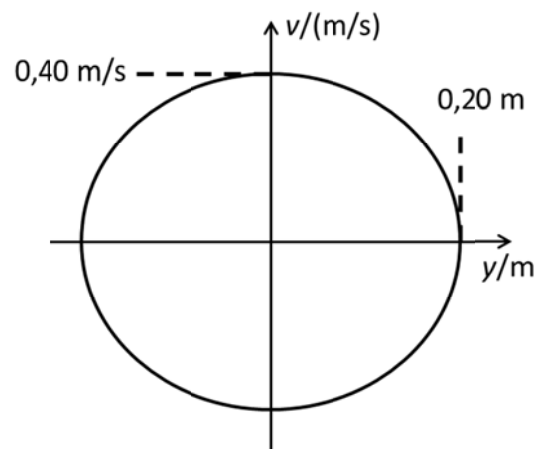
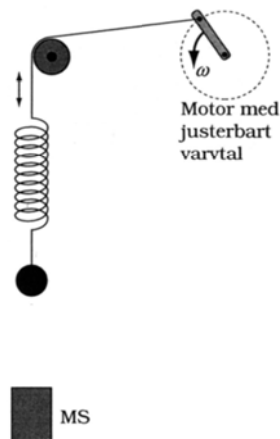
4. Rymdteleskopet Hubble har en huvudspegel med en diameter på 2,4 m, och befinner sig på en höjd av 559 km över jordytan. Hur små detaljer skulle man teoretiskt sätt kunna upplösa på jordytan, om man vänder teleskopet mot jorden? Du kan bortse från störningar i atmosfären och räkna med en ljusväglängd mitt i det synliga området. (3,0 p)



5. Hur hög kan ljudintensitetsnivån bli för kontinuerligt ljud, innan det bildas vakuum i tryck-minimum? Räkna med luft vid normalt lufttryck och 20 °C. Ange svaret i dB. (3,0 p)



6. En vikt hänger i en lång fjäder, se figuren nedan till vänster. Systemet sätts i svängning med hjälp av en motor, och en mätsensor (MS) mäter viktens läge. Läget beskrivs av ekvationen $y = A \sin(\omega t)$. Hastigheten beräknas, och ritas tillsammans med läget i ett fasdiagram, se figuren nedan till höger. I ett fasdiagram avsätts hastigheten som funktion av läget, $v = f(y)$. Beräkna ett numeriskt värde på svängningens svängningstid med hjälp av fasdiagrammet. (3,0 p)

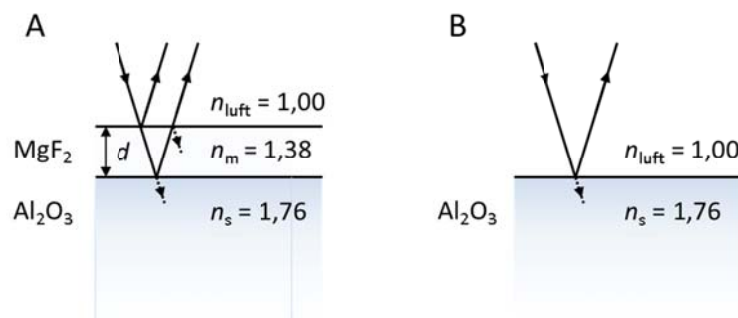


7. Några musikintresserade studenter är ute och reser. För att tjäna lite extra så spelar de ibland i tunnelbanan. För att stämma sina instrument innan dom börjar, så spelar dom upp ett A (440 Hz) genom sina högtalare, och stämmer sina instrument perfekt mot denna ton. En av studenterna som är lite sen, står på ett rullband på väg till spelningen och tar upp sin gitarr och stämmer den mot tonen han hör ur högtalaren. När han kommer fram och ställer sig med sina kompisar så upptäcker han till sin förvåning att gitarren inte är rickigt stämd, och han hör hur intensiteten varierar med en svävningsfrekvens på 2 Hz. Hur fort rörde han sig när han stod på rullbandet? Svara i km/h. (3,0 p)



8. Många smarta telefoner använder idag en typ av glas som heter ”gorilla glas”, som är ganska reptåligt. Nu funderar vissa tillverkare på att byta ut glaset och istället använda en skiva av safirkristall (Al_2O_3) som skydd. Safir är det näst hårdaste (efter diamant) naturligt förekommande materialet. Det är mycket svårt att repa, och används redan som skydd för kameran på vissa telefoner. För att minska reflexerna för ljus som infaller längs normalen, beläggs safiren med ett tunt antireflexskikt av magnesiumfluorid (MgF_2), som i (A) i figuren nedan. I figuren är infallsvinkel ritad stor för tydlighetens skull, men du ska räkna med normalt infall. Magnesiumfluorid har bryningsindex $n_m = 1,38$ och safir har ett bryningsindex på $n_s = 1,76$.

- Hur tjock ska magnesiumfluoridskiktet (d) minst vara för att antireflexskiktet ska vara optimerat för ljus med en våglängd av 600 nm? (0,5 p)
- Hur stor del av den infallande intensiteten reflekteras i fall (A), med antireflexskikt, och i fall (B) där antireflexskikt saknas? Ta bara hänsyn till de reflektioner som finns med i figuren. (1,0 p)
- Vitt ljus innehåller många färger (våglängder), och antireflexskiktet kommer därför inte att fungera lika bra för alla våglängder. Hur stor del av den infallande intensiteten kommer att reflekteras för ljus med en våglängd på 400 nm, för antireflexskiktet med tjocklek (d) optimerat för 600 nm, som beräknades i uppgift a)? Bortse från materialens dispersion. (1,5 p)

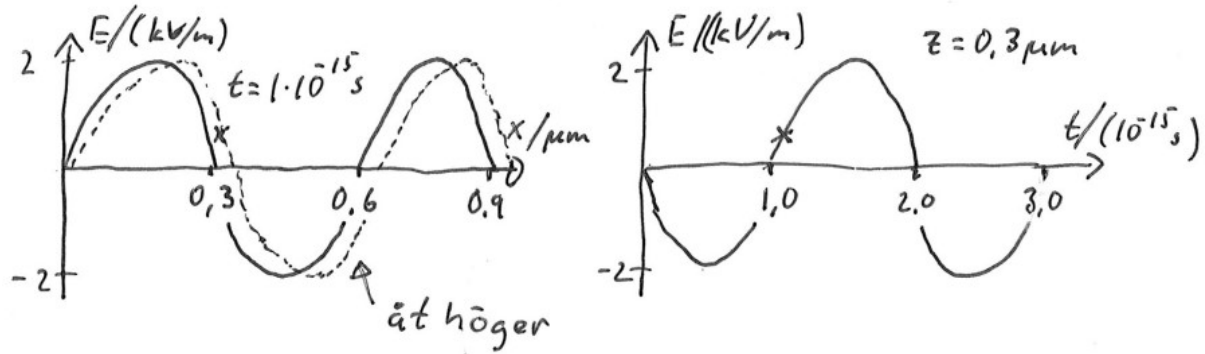


Tenta 130603 – Svar

1.

a. $I_1 = \frac{1}{2}I_0, I_2 = \frac{1}{2}I_0, I_3 = 0$

b. Se bild:



c. 5.3 kW/m^2

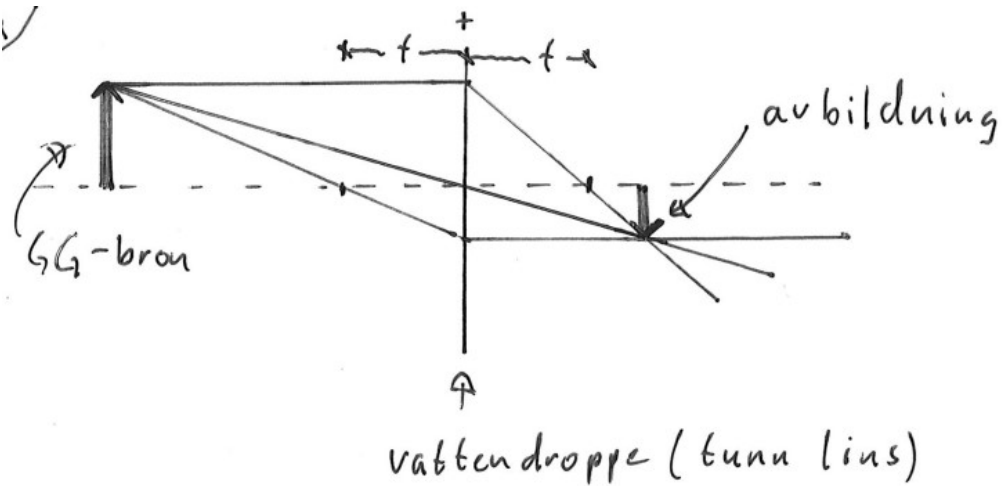
2.

a. Lika nära, eftersom en spegel saknar dispersion. $f = -R/2$ oberoende av brytningsindex

b. Den ändras inte, brännvidden är oberoende av omgivningens brytningsindex.

3.

a. Bild:



b. 2,7 cm till höger om väggens högra yta. Bilden är reell.

4. Svar: $\sim 16 \text{ cm}$ (vid $\lambda = 550 \text{ nm}$)

5. Svar: 191 dB

6. Svar: $\sim 3,1 \text{ s}$

7. Svar: 5,6 km/h

8.

a. 109 nm

b. 0,174% med AR-skikt, och 7,58% utan AR-skikt

c. 3,94%