

Tentamen i tillämpad Våglära för M

FAFA80, 2019-06-07

Skrivtid: 14.00 – 19.00

Hjälpmedel: Formelblad och miniräknare

Uppgifterna är inte sorterade i svårighetsgrad

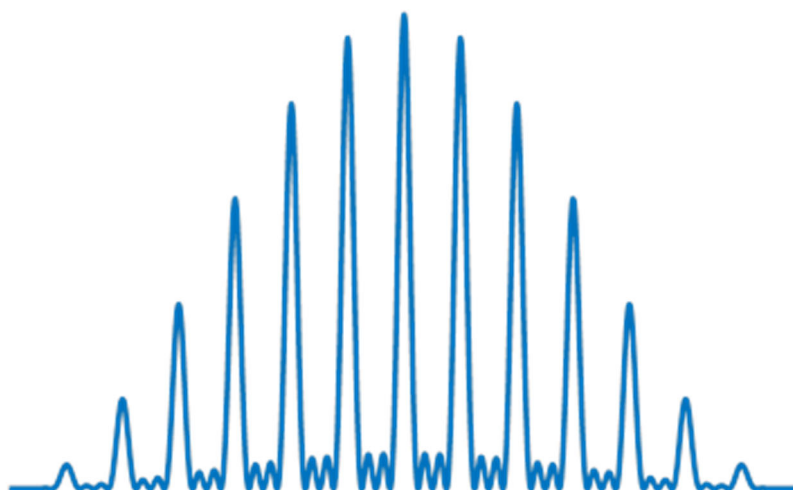
Börja varje ny uppgift på ett nytt blad och skriv bara på en sida

Lösningarna ska vara väl *motiverade* och försedda med svar

Mobiltelefoner och liknande får inte medföras till skrivplatsen. De skall förvaras avstängda med andra personliga tillhörigheter enligt skrivningsvaktens anvisningar.

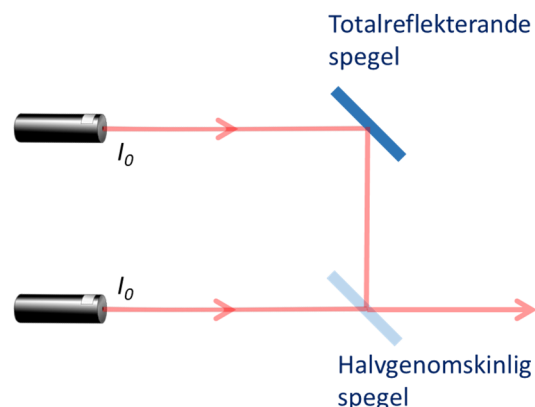
För godkänt krävs minst 12 poäng. På varje uppgift görs en helhetsbedömning.

1. Ett spaltsystem belyses med laserljus och det resulterande mönstret, som observeras på en skärm en långt bort, ser ut som på bilden nedan:



- a) Hur många spalter är belysta? (1 p)
- b) Hur ändras mönstret om en av de yttersta spalterna täcks över? (beskriv minst två olika effekter) (1 p)
- c) Hur ändras mönstret om istället bredden på varje spalt dubblas? (1 p)

2. Ljuset från två likadana stabiliserade lasrar överlagras med hjälp av en halvgenomskinlig spegel. Se figur till höger. Med lämplig placering av den halvgenomskinliga spegeln kan man släcka ut ljuset fullständigt i en riktning. Om vardera lasern har intensiteten I_0 blir intensiteten i de båda riktningarna



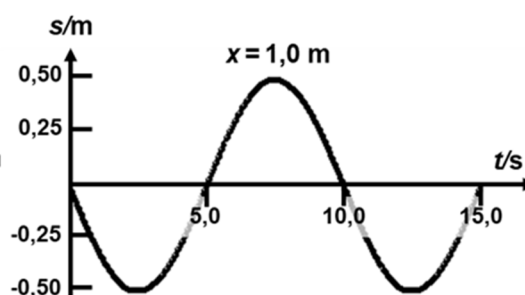
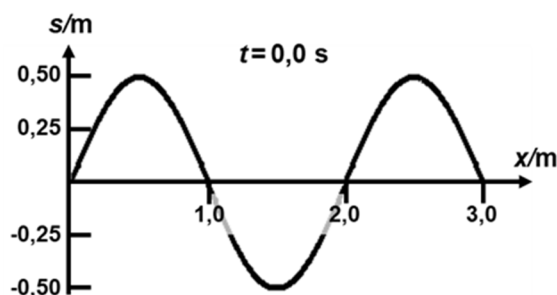
$$\frac{I_0}{2} - \frac{I_0}{2} = 0 \quad \text{respektive} \quad \frac{I_0}{2} + \frac{I_0}{2} = I_0$$

- a) Men den totala intensiteten var ju $2I_0$ från början! Beskriv med ord det huvudsakliga felet i resonemanget? (1,5 p)
- b) Visa att intensiteten är $2I_0$ i den riktningen där det finns ljus. (1,5 p)

3. En student undrar över designen för en lupp. För att kunna titta på föremålet genom luppen med ett avslappnat öga så ska ju föremålet placeras i fokus för luppens lins. Studenten undrar nu vad som händer om avståndet mellan föremålet och linsen skulle vara för kort? Anta att den effektiva fokallängden för ögats linser är 23 mm avslappnat och 19 mm fullt ackommoderat. Om föremålet placeras på ett avstånd, e , från fokalplanet, hur stort avstånd, e , skulle ögat som mest kunna kompensera för? Luppen är märkt med 6x förstoring och anta att du håller luppens lins på 5 cm's avstånd från ögat. (3 p)



4. En vågrörelse beskrivs av ekvationen $s(x, t) = A \sin\left(2\pi\left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda}\right) + \alpha\right)$
- a) Bestäm med hjälp av diagrammen nedan värden på A , T , och λ . (1 p)
- b) Åt vilket håll rör sig vågen? Motivera ditt svar. (1 p)
- c) Hur stor är vågens utbredningshastighet? (1 p)



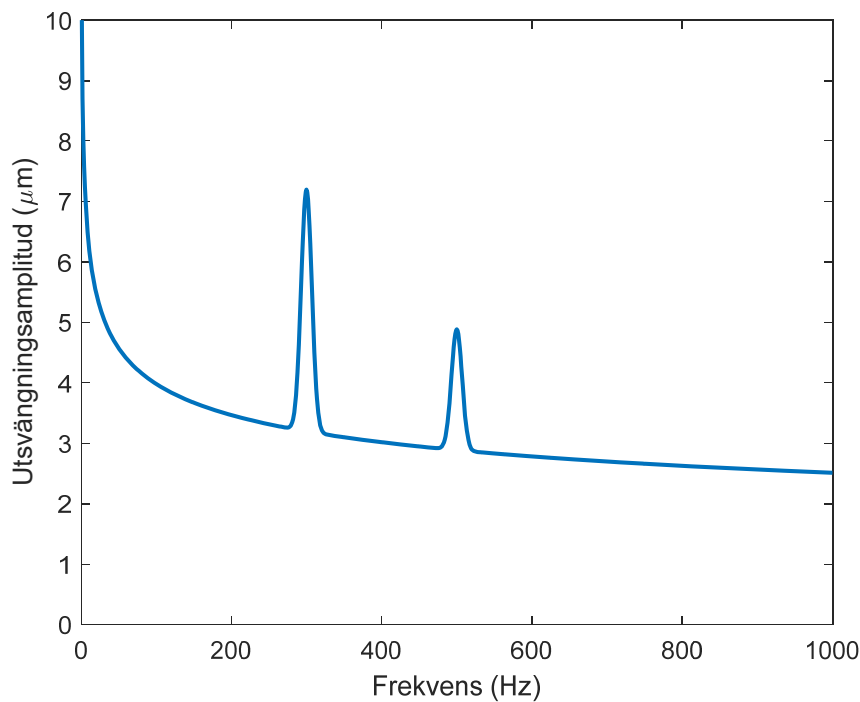
5. En doktorand vill bygga en uppställning för kvantoptik bestående av två väldigt små speglar som sitter fast i en hållare. Uppställningen måste vara stabil trots att den utsätts för vibrationer från rummet och för att lyckas med en stabil design behöver hon veta vilken maximal kraft som uppställningen kommer att utsättas för. För att hitta den använder hon sig av en mätning av svängningsamplituden för systemet som funktion av frekvensen av vibrationerna, se diagrammet nedan. Massan för systemet som svänger, dvs. speglarna plus hållaren, är 20 g.

a) För vilken frekvens inom diagrammet nedan är kraften som störst? (1 p)

○ Tips: beakta alla frekvenserna i diagrammet

b) Bestäm den största kraften på speglarna, för frekvenserna inom diagrammet

(2 p)



6. Lickobservatoriet ligger uppe på Mount Hamilton i Kalifornien och är bland annat känt för sitt linsteleskop, som på sin tid var det största i sitt slag. Teleskopet har ett objektiv med en diameter på 91 cm och en brännvidd som är 16,8 m. I uppgifterna nedan får du anta att ljuset har en våglängd som är 550 nm.



- a) Vilket är den minsta vinkeln mellan två stjärnor som objektivet kan upplösa? Ge svaret i grader. (1,5 p)
- b) En CCD detektor med små pixlar placeras i objektivets brännpunktsplan. Hur stor diameter får en mycket avlägsen stjärna på detektorn? (1,5 p)

7. En resenär tillbringar ett tag på en avlägsen tågstation ute i öknen, medan han väntar på sitt tåg. På morgonen visar termometern 2 grader ute, men mitt på dagen går den sönder. Resenären använder en mobil-app för att mäta frekvenserna på visselpipan hos tåg som kör förbi (på väg mot) stationen. Han upptäcker att frekvenserna ändrar sig under dagen. På morgonen mäter han upp 181,0 Hz och mitt på dagen 180,0 Hz. Under förutsättning att visselpiporna hos olika tåg är samma, och att alla tågen följer hastighetsbegränsningen på 90 km/h när de passerar stationen, hur hög var temperaturen mitt på dagen? Ge svaret i grader Celsius. (3p)
8. Du bygger en experimentuppställning och inser att du behöver vrida polarisationen av din laser, som har våglängden 633nm, med 90 grader. Du bestämmer dig att det bästa sättet är att använda en halvvågplatta, och du finner att ett bra och billigt kristallmaterial är kalkspat (CaCO_3), som har brytningsindex $n_o = 1.6557$ och $n_e = 1.4849$.
- a) Vad är den minsta tjockleken som en sådan vågplatta kan ha? (1 p)
 - b) För att vågplattan inte ska gå sönder så inser du att den som minst bör vara 250 μm tjock. Hur tjock blir då den tunnaste sådana plattan? Minst hur många ordningar är denna vågplatta? (2 p)

Lycka till och hoppas ni får en fin sommar!

\ Andreas

Tenta 190607 – Svar

- 1) (kortfattat)
 - a. $N = 4$
 - b. i) N minskar så antal bimax/bimin minskar, ii) intensiteten i varje huvudmax minskar
 - c. Delen av mönstret som kommer från böjningseffekten (envelopen) minskar (böjningsmin hamnar närmare mitten)
- 2) För mer förklaring se svaret till uppgift 11.13 i boken
 - a. Man kan ej addera intensiteter, det är amplituder som adderas
 - b. Se svar 11.13 b i boken
- 3) Svar: maximalt fel är $e = 17,3 \text{ mm}$
- 4)
 - a. $A = 0,5 \text{ m}$, $T = 10 \text{ s}$, $\lambda = 2 \text{ m}$
 - b. +, vänster (plus motivering till varför, se lösningar/tips till uppg 3.3)
 - c. $v = 0,2 \text{ m/s}$
- 5)
 - a. $F_{\text{max}} = 2 \text{ N}$
 - b. Vid $f = 1000 \text{ Hz}$
- 6)
 - a. $4 \cdot 10^{-5}$ grader
 - b. $24,8 \text{ }\mu\text{m}$
- 7) Ca $45 \text{ }^\circ\text{C}$
- 8) (denna uppgift var rätt svår; Tips: polarisationen vrids då man skickar in en linjär polarisation i 45 graders vinkel mellan de två axlarna i kristallen, och då utbreder sig de två olika polarisationskomponenterna med respektive olika brytningsindex. En halvvågsplatta fås när den optiska skillnaden i våglängd är en halv våglängd.)
 - a. $1,84 \text{ }\mu\text{m}$
 - b. $m = 67$, $d = 250,16 \text{ }\mu\text{m}$