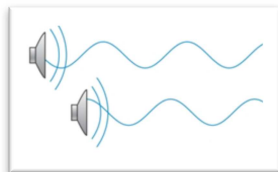


---

Tentamen i  
**Vågfysik**  
NFYB01 & TFYA10 (TEN1)  
2012-01-09, 8-13 i T1

---



Önskar er alla välförtjänt framgång! /Kenneth



## Del 1. (TRP adderas till resultatet på denna del upp till max 30p)

### 1. Ljuspolarisation

Elliptiskt polariserat ljus kan med sedvanliga beteckningar beskrivas av sambandet

$$\vec{E}(x,t) = E_{0y} \sin(kx - \omega t) \hat{y} + E_{0z} \sin(kx - \omega t + \phi_0) \hat{z}$$

- a) Visa hur sambandet för  $\vec{E}(x,t)$  skrivs om ljuset ska vara *i*) linjärpolariserat samt *ii*) cirkulärpolariserat. Ange även kraven som leder till dessa polariseringar. (5p)

Antag att en linjärpolariserad ljusvåg har amplituden  $E_0$  samt irradiansen  $I_0$ . Vi nu låter ljuset passera en linjärpolarisator där polarisationsaxeln är vriden vinkeln  $\theta$  från den inkommande polarisationsriktningen.

- b) Till vilken vinkel  $\theta$  ska du vrida för att,  
i) det transmitterade ljusets amplitud ska bli  $0,8 \cdot E_0$ ? ii) det transmitterade ljusets irradians ska bli  $0,8 \cdot I_0$ ? (5p)

### 2. Objekt långt borta

- a) Fyll i de tre saknade orden i Rayleighs kriterium för en lens med diameter  $D$ .

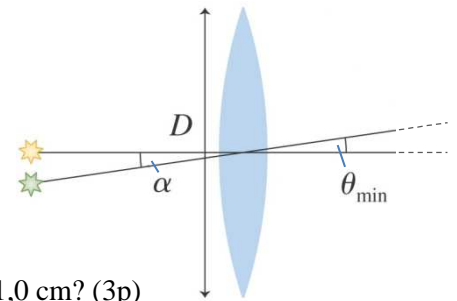
”Två objekt kan \_\_\_i\_\_\_ om  $\alpha > \theta_{\min}$ , där  $\theta_{\min}$  är vinkeln mellan optiska axeln och en linje till det cirkulära diffraktionsmönstrets \_\_\_ii\_\_\_ \_\_\_iii\_\_\_”. (3p)

Antag att vi vill studera en stjärna av samma storlek som solen men på avståndet 10 ljusår från jorden?

- b) Vilken diameter måste ett optiskt teleskop ha för att kunna särskilja stjärnan? Gör beräkningen för våglängden  $\lambda = 550$  nm. (4p)

c) Vid Arecibo i Puerto Rico finns ett radioteleskop med diametern 305 m.

Kan detta teleskop särskilja stjärnan i uppgift b om vi använder våglängden  $\lambda = 1,0$  cm? (3p)



### 3. Högtalartoner

- a) Fyra icke koherenta högtalare sänder ut en ton med samma frekvens. Hur många dB minskar ljudintensitetsnivån  $\beta$  om tre av högtalarna tystnar? (2p)

En rundstrålande högtalare A avger en ton med frekvensen 1,0 kHz.

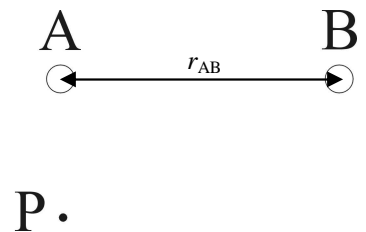
Ljudintensitetsnivån i punkten P, 2,0 m rakt under högtalaren, uppmäts till 90,0 dB.

- b) Vad är då intensiteten  $I$  i punkten P? (3p)

c) Vad är högtalarens effekt? (2p)

En likadan högtalare B som avger samma effekt placeras på samma höjd enligt figuren. Då den ljuder ensam uppmäts ljudintensitetsnivån 84,7 dB i punkten P.

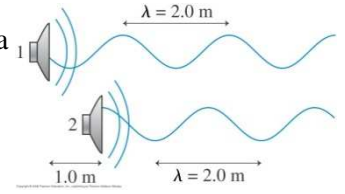
- d) Vilket är avståndet  $r_{AB}$  mellan högtalarna? (3p)



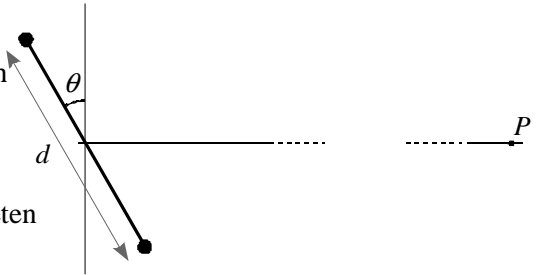
**Del 2. (Maximalt kan 30 poäng erhållas på denna del)**

**4. Flytt och vridning av högtalare**

- a) Två högtalare sänder ut vågor med våglängden  $\lambda = 2,0$  m enligt figuren. Genom att flytta högtalare 1 enligt ett av följande alternativ åstadkoms konstruktiv interferens. Vilket? (1p)
- i) Flytta högtalaren 0,5 m åt höger
  - ii) Flytta högtalaren 1,0 m åt höger
  - iii) Flytta högtalaren 2,0 m åt höger
  - iv) Flytta högtalaren 0,5 m åt vänster
  - v) Flytta högtalaren 1,0 m åt vänster
  - vi) Flytta högtalaren 2,0 m åt vänster



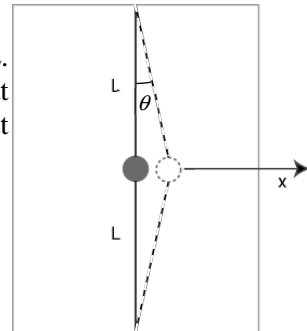
På en vridbar arm med sitter två rundstrålande högtalare monterade avståndet  $d$  från varandra. Vridningsvinkeln  $\theta$  kan varieras mellan 0 och  $360^\circ$ . Högtalarna är synkrona och sänder ut samma ton med intensitet  $I$  och våglängd  $\lambda$ . Vid en punkt P längs den horisontella axeln mycket långt från högtalarna registreras den resulterande intensiteten  $I_{tot}$  med en mikrofon.



- b) Ta fram ett uttryck för  $I_{tot}$  som funktion av ovan givna parametrar. (4p)
- c) Antag att våglängden  $\lambda = d$ . För vilka vinklar  $0 \leq \theta \leq 360^\circ$  är då intensiteten maximal  $I_{tot}^{max}$  respektive minimal  $I_{tot}^{min}$  i punkten P? (3p)
- d) Vad är då  $I_{tot}^{max}$  och  $I_{tot}^{min}$ ? (2p)

**5. Puck och gummiband**

Figuren visar en puck med massa  $m$  som är fastsatt i två elastiska gummiband med längd  $L$ . Pucken glider friktionslöst på det horisontella underlaget. Båda gummibanderna är sträckta så att de påverkar pucken med var sin dragkraft  $F_d$ . Pucken flyttas en liten sträcka i  $x$ -led så att dragkrafternas storlek fortfarande kan antas vara  $F_d$ . Pucken släpps och oscillerar nu i  $x$ -led.

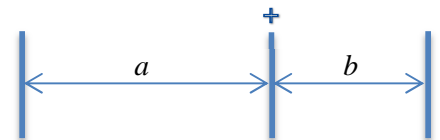


- a) Ta fram differentialekvationen som beskriver puckens rörelse. (5p)
- b) Visa att rörelsen approximativt är en enkel harmonisk svängningsrörelse. (2p)
- c) Antag att  $m = 1,5$  kg,  $F_d = 250$  N och  $L = 1,8$  m. Vad blir då den harmoniska rörelsens vinkelfrekvens  $\omega$ , frekvens  $f$ , och periodtid  $T$ ? (3p).

**6. Lins med ett gyllene snitt**

Vi betraktar en tunn bikonvex lins där förhållandet mellan avståndet  $a$  mellan ett föremål och linsen samt avståndet  $b$  mellan föremålets bild och linsen följer sambandet,

$$\frac{a+b}{a} = \frac{a}{b} = \varphi$$



där sträckorna  $a$  och  $b$  är positiva och  $a + b = L$  är avståndet mellan föremål och bild.

- a) Ta fram uttryck för brännvidden  $f$  samt förstoringen  $M$  enbart som funktion av  $\varphi$  och  $L$ . (4p)
- b) Antag att  $L = 1$  m. Vad blir då de numeriska värdena på  $a$ ,  $b$ ,  $f$  och  $M$ ? (4p)
- c) Kontrollera att dina värden är rimliga genom att grafisk konstruera bilden. (2p)