



Fysik 2 - F0005T

Lösningar tentamen 2023-03-24

1. a) Om farten minskar måste hastigheten och accelerationen ha olika riktning. Accelerationen är alltid riktad mot jämviktsläget så punkten p måste vara på väg uppåt. Det innebär att vågen propagerar i positiv x -riktning.

- b) Vågens hastighet är

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.35 - 0.1}{0.0833} = 3.0012 \text{ m/s} \quad (1)$$

Frekvensen ges då av

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3.0012}{0.15} = 20.01 \text{ Hz} \quad (2)$$

Svar: $f = 20.0 \text{ Hz}$

- c) Vågen ges av

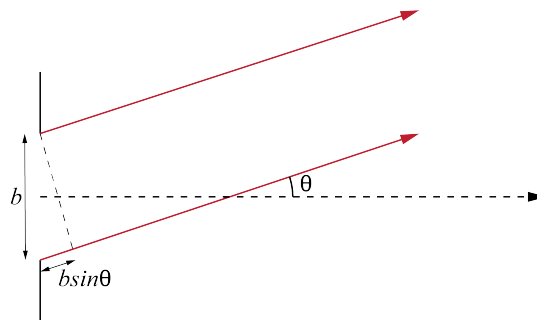
$$z = a \sin(kx - \omega t + \alpha) \quad (3)$$

Då $t = 0 \text{ s}$ och $x = 0.1 \text{ m}$ så är det ett maxläge vilket innebär att

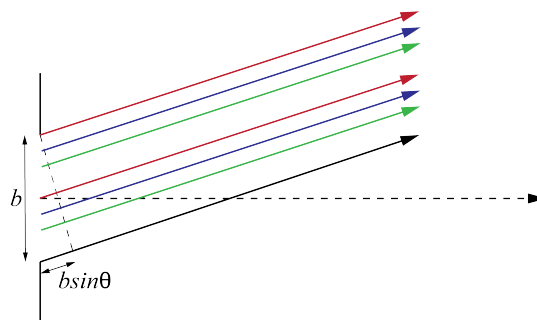
$$kx + \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{0.15} \cdot 0.1 = \frac{\pi}{2} - \frac{20\pi}{15} = -\frac{5\pi}{6} \quad (4)$$

Svar: $\alpha = \frac{7}{6}\pi$

2. a) Vänsterledet är den optiska vägskillnaden mellan kantstrålarna från spalten till punkten på skärmen där dom möts. Det grundar sig på en approximation att strålarna är parallella vilken gäller då spaltbredden är mycket mindre än avståndet mellan spalten och skärmen där diffraktionsmönstret studeras.



- b) Om den optiska vägskillnaden mellan dom röda strålarna är en halv våglängd kommer dom att interferera destruktivt. Detsamma gäller dom blå strålarna och dom gröna strålarna. För varje stråle i den över halvan av spalten finns det då en stråle i den undre halvan som den kommer att interferera destruktivt med. Strålarna från övre halvan släcker ut strålarna från undre halvan. Samtidigt så kommer den optiska vägskillnaden mellan kantstrålarna att vara en hel våglängd. Samma resonemang kan föras genom att dela in spalten i flera delar, tex 4 eller 6 delar där strålar från angränsande delar släcker ut varandra och den optiska vägskillnaden mellan kantstrålarna är ett helt antal våglängder..



- c) Vinkeln till första min ges av

$$nb \sin \theta = \lambda \Rightarrow y = \frac{z \lambda}{nb} \quad (5)$$

Fläckens storlek blir då

$$S = 2y = \frac{2z \lambda}{nb} = \frac{2 \cdot 3.58 \cdot 633 \cdot 10^{-9}}{1.33 \cdot 0.200 \cdot 10^{-3}} = 0.0170m \quad (6)$$

Svar: 17.0 mm

3. a) Våglängden ges av

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1360} = 0.250m \quad (7)$$

Om mikrofonen är vid högtalare A kommer vägskillnaden mellan vågorna att vara

$$\Delta r = \frac{l}{\lambda} = 8.8\lambda \quad (8)$$

Om mikrofonen befinner sig på en punkt x på x -axeln är vägskillnaden

$$\Delta r = \sqrt{l^2 + x^2} - x \quad (9)$$

och Δr minskar då x ökar. För att registrera ett interferensmax ska Δr motsvara ett helt antal våglängder. Det tredje maximat hittas alltså då

$$\Delta r = 6\lambda \Rightarrow \sqrt{l^2 + x^2} - x = 6\lambda \Rightarrow l^2 + x^2 = 36\lambda^2 + x^2 + 12x\lambda \quad (10)$$

Vi löser ekvationen för x och får

$$x = \frac{l^2 - 36\lambda^2}{12\lambda} = \frac{2.2^2 - 36 \cdot 0.25^2}{12 \cdot 0.25} = 0.863m \quad (11)$$

Svar: 0.863m

b) För minima gäller

$$\Delta r = (2p + 1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \Delta r = (2p + 1)\frac{v}{2f} \Rightarrow f_p = (2p + 1)\frac{v}{2\Delta r} \quad (12)$$

Skillnad i gångväg är

$$\Delta r = \sqrt{l^2 + x^2} - x = \sqrt{2.2^2 + 0.863^2} - 0.863 = 2.50021m \quad (13)$$

Då får vi interferensminima vid följande frekvenser

$$f_p = (2p + 1) \cdot 113.317Hz \quad (14)$$

där $p \geq 0$ är ett heltal. Det största värdet på p som ger en frekvens mindre än 1360 Hz är

$$(2p_{max} + 1) < \frac{1360}{113.317} = 12.0017 \Rightarrow p_{max} = 5 \quad (15)$$

Svar: 6 stycken interferensminima

4. Solens totalt utstrålade effekt är

$$P = 3.846 \cdot 10^{26} W. \quad (16)$$

Vid Jupiter har den strålningen intensiteten

$$I = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{3.846 \cdot 10^{26}}{4\pi \cdot (7.78 \cdot 10^{11})^2} = 50.5639 W/m^2 \quad (17)$$

Den producerande effekten av satellitens solpaneler ges av

$$P_s = AI\eta \quad (18)$$

Vilket ger oss den sökta arean enligt

$$A = \frac{P_s}{I\eta} = \frac{850}{50.5639 \cdot 0.17} = 98.88 m^2 \quad (19)$$

Svar: 99 m^2

5. Lösningen går igenom i seminarium 4.

Svar: 0.1512 fs

6. a) K_α strålning uppstår när en elektron i K-skalet frigörs och en elektron i L-skalet tar den lediga platsen i K-skalet genom att emittera en K_α foton. För en elektron i L-skalet kan vi då räkna på ett väteliknande system med en laddning $(Z - 1)e$ i centrum. Då ges energinivåerna av

$$E_n = -E_H \frac{(Z - 1)^2}{n^2} \quad (20)$$

och den emitterade fotonens våglängd måste motsvara energiskillnaden mellan de två tillstånden

$$\frac{hc}{\lambda} = E_2 - E_1 = E_H(Z - 1)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) \Rightarrow \lambda^{-1} = \frac{3}{4} \frac{E_H}{hc} (Z - 1)^2 \quad (21)$$

Konstanten a ges alltså av

$$a = \frac{3}{4} \frac{E_H}{hc} = \frac{3}{4} \cdot \frac{13.60569314 \cdot 1.602176634 \cdot 10^{-19}}{6.62607015 \cdot 10^{-34} \cdot 299792458} = 8.2303 \cdot 10^6 m^{-1} \quad (22)$$

Svar: $a = 8.2303 \cdot 10^6 m^{-1}$

- b) Bindningsenergin för en elektron i K-skalet i guld är 80724 eV. Då måste dom infallande elektronerna ha minst den energimängden vilket gör att vi kan bestämma den motsvarande längsta de-Broglie våglängden enligt

$$\lambda_{max} = \frac{h}{\sqrt{2m_e K_{min}}} \quad (23)$$

$$\lambda_{max} = \frac{6.62607015 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 9.01938371 \cdot 10^{-31} \cdot 80724 \cdot 1.602176634 \cdot 10^{-19}}} = 4.3381 pm \quad (24)$$

Svar: 4.3381 pm