



Fysik 2 - F0005T

Lösningar tentamen 2024-08-30

1. Vi kan avläsa periodtiden ur figuren och få frekvensen på det sättet.

$$T = 20ms \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.020} = 50Hz; \quad (1)$$

För att bestämma våglängden måste vi först bestämma vågens hastighet. Vi avläser från röd till blå kurva, eftersom vågen propagerar i negativ x -riktning, och vå går till höger i grafen eftersom tiden ökar.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.05m}{0.005s} = 10m/s \quad (2)$$

Det ger oss våglängden

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{10}{50} = 0.20m \quad (3)$$

För att bestämma faskonstanten utgår vi från följande våg

$$y = a \sin(kx + \omega t + \alpha) \quad (4)$$

Då $x = 100mm$ och $t = 20ms$ är sinusfunktionen lika med 1 vilket ger oss

$$kx + \omega t + \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{0.20} \cdot 0.100 - 2\pi \cdot 50 \cdot 0.020 = -\frac{5}{2}\pi \quad (5)$$

Svar: $\lambda = 0.20m$, $f = 50Hz$ och $\alpha = \frac{3}{2}\pi$.

2. Lösningen går igenom under seminarium 3.

Svar: Spaltbredden är 0.21 mm och spaltavståndet är 0.64 mm.

(Eftersom 3:e interferensmax ser ut att sammanfalla med 1:a diffraktionsmin stämmer det bra att det är en faktor 3 som skiljer spaltbredden från spaltavståndet.)

3. Lösningen går igenom under seminarium 2.

a) **Svar:** $a = 0.638\text{m}$

b) **Svar:** 95.4 dB

4. Vi kan avläsa vid vilken våglängd som stjärnan strålar som mest och bestämma yttemperaturen med Wiens förskjutningslag.

$$\lambda_{max}T = b \Rightarrow T = \frac{b}{\lambda_{max}} = \frac{2.8978 \times 10^{-3}}{0.75 \times 10^{-6}} = 3864K \quad (6)$$

Den totalt utstrålade effekten från stjärnan ges då av

$$P_{star} = \sigma T^4 \cdot 4\pi r^2 \quad (7)$$

där r är stjärnans radie.

Vid satelliten har den strålningen en intensitet enligt

$$I = \frac{P_{star}}{4\pi d^2} = \sigma T^4 \frac{r^2}{d^2} \quad (8)$$

där d är avståndet mellan satelliten och stjärnan.

Satelliten kan då producera en effekt enligt

$$P = IA\eta = \sigma T^4 \frac{r^2}{d^2} A\eta \quad (9)$$

Vi löser ut det sökta avståndet d

$$d = \sqrt{\sigma T^4 \frac{r^2}{P} A\eta} = \sqrt{5.670374 \times 10^{-8} \cdot 3864^4 \frac{(1.5 \times 10^9)^2}{2500} 24 \cdot 0.19} = 228Gm \quad (10)$$

Svar: 2.3×10^{11} m.

5. Vi har cirkelrörelse med konstant hastighet

$$a = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{ra} \quad (11)$$

Accelerationen får vi från Coulombs lag och Newtons andra lag.

$$F = k \frac{e^2}{r^2} \quad (12)$$

$$F = ma \Rightarrow a = k \frac{e^2}{mr^2} \quad (13)$$

Vi kombinerar ekvationerna (11) och (13) och får

$$v = \sqrt{k \frac{e^2}{mr}} \quad (14)$$

Tiden det tar elektronen att färdas ett varv blir då

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{e} \sqrt{\frac{mr^3}{k}} \quad (15)$$

Vi sätter in siffror och får

$$T = \frac{2\pi}{1.602176634 \cdot 10^{-19}} \sqrt{\frac{9.10938371 \cdot 10^{-31} \cdot (5.29177210 \cdot 10^{-11})^3}{8.988 \cdot 10^9}} = 0.1512 fs \quad (16)$$

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

$$E_n = -E_H \frac{(Z - 1)^2}{n^2} \quad (17)$$

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

$$\frac{hc}{\lambda} = E_2 - E_1 = E_H(Z - 1)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) \Rightarrow \lambda^{-1} = \frac{3}{4} \frac{E_H}{hc} (Z - 1)^2 \quad (18)$$

Konstanten a ges alltså av

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

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

$$\lambda_{max} = \frac{h}{\sqrt{2m_e K_{min}}} \quad (20)$$

$$\lambda_{max} = \frac{6.62607015 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 9.10938371 \cdot 10^{-31} \cdot 80724 \cdot 1.602176634 \cdot 10^{-19}}} = 4.3168 pm \quad (21)$$

Svar: 4.3381 pm