



Fysik 2 - F0005T

Lösningar tentamen 2023-10-24

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. Vi räknar först ut våglängden

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{425} = 0.800m \quad (6)$$

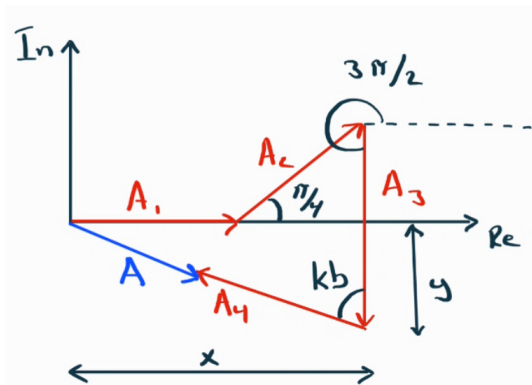
Fasskillnaden mellan våg 2 och 1 ges av.

$$\Delta\beta_{21} = ka = \frac{2\pi}{\lambda}a = \frac{2\pi}{0.8} \cdot 0.1 = \frac{\pi}{4} \quad (7)$$

Fasskillnaden mellan våg 3 och 1 ges av.

$$\Delta\beta_{31} = 2ka + \pi = 2\frac{2\pi}{\lambda}a + \pi = 2\frac{2\pi}{0.8} \cdot 0.1 + \pi = \frac{3\pi}{2} \quad (8)$$

Vi ritar ut dessa vågor i komplexa talplanet.



där $A_1 = A_2 = A_3 = A_0$

Fasen vi söker ges av

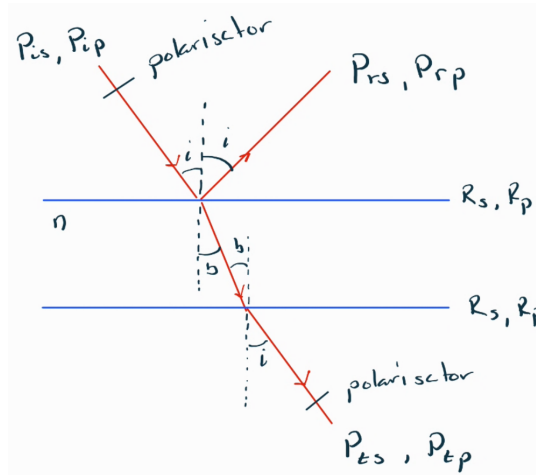
$$kb = \tan^{-1} \left(\frac{x}{y} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{A_0 + A_0 \cos \left(\frac{\pi}{4} \right)}{A_0 - A_0 \sin \left(\frac{\pi}{4} \right)} \right) = 1.4009rad \quad (9)$$

vilket ger oss

$$b = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot 1.4009 = 0.1784m \quad (10)$$

Svar: 0.178m

3. Utgå från figuren nedan.



Från grafen kan vi avläsa att $P_{is} = 6.0mW$ och att $P_{ip} = 2.0mW$. Brewstervinkeln ger oss infallsvinkeln och brytningsvinkeln.

$$i = \tan^{-1}(n) = 58.3136^\circ \quad (11)$$

$$b = 90 - i = 31.6864^\circ \quad (12)$$

Vi har då följande reflektions- och transmissionskoefficienter.

$$R_p = 0 \Rightarrow T_p = 1; \quad (13)$$

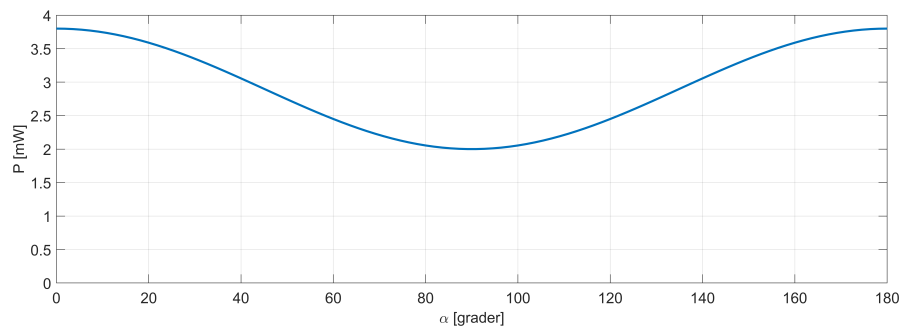
$$R_s = \frac{\sin^2(i - b)}{\sin^2(i + b)} = 0.2009 \Rightarrow T_s = 1 - R_s = 0.7991 \quad (14)$$

För den transmitterade strålen gäller

$$P_{tp} = P_{ip} = 2.0mW \quad (15)$$

$$P_{ts} = T_s^2 P_{is} = 3.8mW \quad (16)$$

Då får vi följande mätresultat på transmissionssidan.



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

$$\lambda_{max}T = b \Rightarrow T = \frac{b}{\lambda_{max}} = \frac{2.8978 \times 10^{-3}}{0.75 \times 10^{-6}} = 3864K \quad (17)$$

Den totalt utstrålade effekten från stjärnan ges då av

$$P_{star} = \sigma T^4 \cdot 4\pi r^2 \quad (18)$$

där r är stjärnans radie.

Vid satelliten har den strålningen en intensitet enligt

$$I = \frac{P_{star}}{4\pi d^2} = \sigma T^4 \frac{r^2}{d^2} \quad (19)$$

där d är avståndet mellan satelliten och stjärnan.

Satelliten kan då producera en effekt enligt

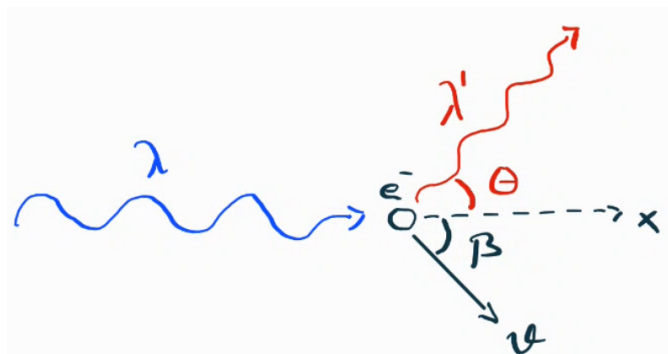
$$P = IA\eta = \sigma T^4 \frac{r^2}{d^2} A\eta \quad (20)$$

Vi löser ut det sökta avståndet d

$$d = \sqrt{\sigma T^4 \frac{r^2}{P} A\eta} = \sqrt{5.670374 \times 10^{-8} \cdot 3864^4 \frac{(1.5 \times 10^9)^2}{2500} 24 \cdot 0.19} = 228Gm \quad (21)$$

Svar: 2.3×10^{11} m.

5. Vi räknar på Comptonspridning enligt figuren.



Fotonens nya våglängd ges av

$$\lambda' = \lambda + \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta) \quad (22)$$

Eftersom rörelsemängden ska bevaras får elektronen rörelsemängden

$$px = \frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\cos\theta \quad (23)$$

$$py = \frac{h}{\lambda'}\sin\theta \quad (24)$$

Vinkeln beta ges då av

$$\tan\beta = \frac{py}{px} = \frac{\frac{h}{\lambda'}\sin\theta}{\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\cos\theta} = \frac{\sin\theta}{\frac{\lambda'}{\lambda} - \cos\theta} = \frac{\sin\theta}{1 + \frac{hf}{m^2}(1 - \cos\theta) - \cos\theta} \Rightarrow \quad (25)$$

$$\tan\beta = \frac{\sin\theta}{(1 - \cos\theta)\left(1 + \frac{hf}{mc^2}\right)} = \frac{2\cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{2\sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)\left(1 + \frac{hf}{mc^2}\right)} \Rightarrow \quad (26)$$

$$\tan\beta = \frac{\cot\left(\frac{\theta}{2}\right)}{1 + \frac{hf}{mc^2}} \Rightarrow \cot\beta = \left(1 + \frac{hf}{mc^2}\right)\tan\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad (27)$$

Vilket innebär att $\beta \rightarrow 90$ då $\theta \rightarrow 0$.

Godkänn även denna tolkning av uppgiften...

När $\theta = 90^\circ$ får elektronen mest rörelsemängd i y -riktningen. Fotonens nya våglängd ges av

$$\lambda' = \lambda + \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta) = \lambda + \frac{h}{mc} = 0.15243 nm \quad (28)$$

Elektronens rörelsemängd i x -led efter stöt.

$$p_x = \frac{h}{\lambda} = 4.41738 \times 10^{-24} kg \cdot m/s \quad (29)$$

Elektronens rörelsemängd i y -led efter stöt.

$$p_y = -\frac{h}{\lambda'} = -4.34706 \times 10^{-24} kg \cdot m/s \quad (30)$$

Vinkeln β ges då av

$$\beta = \arctan^{-1} \left(\frac{|p_y|}{|p_x|} \right) = 44.5^\circ \quad (31)$$

Svar: 44.5 grader

6. Lösningen går igenom under seminarium 6.