



Fysik 2 - F0005T

Lösningar tentamen 2024-10-28

1. a) En harmonisk våg ges av

$$y = A \cos(kx \pm \omega t + \alpha) \quad (1)$$

Den maximala partikelhastigheten är då

$$v_p = A\omega \quad (2)$$

och den maximala partikelaccelerationen

$$a_p = A\omega^2 \quad (3)$$

Om vi då bildar kvoten får vi

$$\frac{a_p}{v_p} = \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 2\pi \frac{v_p}{a_p} = 2\pi \frac{12.566}{7895.7} = 10.000 \text{ ms} \quad (4)$$

Att färdas från maximala y-positionen till minimala y-positionen tar en halv periodtid.

Svar: 5.0000 ms

- b) Vi kan se i figuren att vågen har färdats en sträcka som motsvarar $\frac{3}{4}\lambda$ vilket tar tiden $\frac{3}{4}T$.

Svar: 7.5000 ms

- c) **Svar:** Eftersom vågen propagerar i negativ x-riktning måste den punkten röra sig i negativ y-riktning.

- d) Vi utgår från vågen hastighet

$$v = \lambda f = \frac{\lambda}{T} \quad (5)$$

För vågor på en sträng gäller

$$v = \sqrt{\frac{F}{A\rho}} \Rightarrow F = v^2 A\rho = \left(\frac{0.40}{0.01}\right)^2 \pi \left(\frac{0.001}{2}\right)^2 \cdot 7800 = 9.80 \text{ N} \quad (6)$$

Svar: 9.80 N

2. Brewstervinkeln är 58 grader vilket ger oss glasets brytningsindex

$$n_g = \tan(58) = 1.600 \quad (7)$$

Efter polarisatorn har vi följande infallande ljus.

$$I_1 = I_0 \cos^2(45) \quad (8)$$

Vi delar upp det i s- och p-polariserat ljus

$$I_p = I_1 \cos^2(45) \quad (9)$$

$$I_s = I_1 \sin^2(45) \quad (10)$$

Vi får brytningsvinkeln från Snells lag

$$n_l \sin(i) = n_g \sin(b) \Rightarrow b = \sin^{-1} \left(\frac{n_l}{n_g} \sin(i) \right) = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.6} \sin(50) \right) = 28.599^\circ \quad (11)$$

Då får vi följande reflektionskoefficienter

$$R_s = \frac{\sin(i - b)^2}{\sin(i + b)^2} = \frac{\sin(50 - 28.599)^2}{\sin(50 + 28.599)^2} = 0.138560 \quad (12)$$

$$R_p = \frac{\tan(i - b)^2}{\tan(i + b)^2} = \frac{\tan(50 - 28.599)^2}{\tan(50 + 28.599)^2} = 0.00624 \quad (13)$$

Ljuset som går igenom ges av

$$I_t = (1 - R_p)^2 I_p + (1 - R_s)^2 I_s = (1 - R_p)^2 I_0 \cos^4(45) + (1 - R_s)^2 I_0 \cos^2(45) \sin^2(45) \Rightarrow \quad (14)$$

$$I_t = I_0 \left[(1 - R_p)^2 \cos^4(45) + (1 - R_s)^2 \cos^2(45) \sin^2(45) \right] \Rightarrow \quad (15)$$

$$I_t = I_0 \left[(1 - 0.00624)^2 \cos^4(45) + (1 - 0.138560)^2 \cos^2(45) \sin^2(45) \right] = 0.4324 I_0 \quad (16)$$

Svar: 43 %

3. a) Våglängden ges av

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{320}{1280} = 0.25m \quad (17)$$

En våg går direkt till mikrofonen och en våg studsar mot golvet. Skillnaden igångväg ges av

$$\Delta r = \sqrt{4h^2 + x^2} - x \quad (18)$$

Vid reflektion fås ett fasskifte på π . Vågornas fasskillnad vid mikrofonen ges alltså av

$$\Delta\beta = k\Delta r + \pi \quad (19)$$

För destruktiv interferens ska fasskillnaden vara ett udda antal π

$$\Delta\beta = (2p + 1)\pi \Rightarrow k\Delta r = 2p\pi \Rightarrow \Delta r = p\lambda \quad (20)$$

Där p är ett heltal. Det största värdet på p har vi närmast högtalaren

$$\frac{2h}{\lambda} = 8.8 \quad (21)$$

vilket innebär att då $p = 8$ har vi det första interferensminimat. Det 3:e kommer alltså då $p = 6$

$$\sqrt{4h^2 + x^2} - x = p\lambda \Rightarrow 4h^2 + x^2 = p^2\lambda^2 + x^2 + 2p\lambda x \Rightarrow \quad (22)$$

$$x = \frac{4h^2 - p^2\lambda^2}{2p\lambda} = \frac{4 \cdot 1.1^2 - 6^2 \cdot 0.25^2}{2 \cdot 6 \cdot 0.25} = 0.8633m \quad (23)$$

Svar: 0.863m

b Gångvägsskillnaden ska då motsvara 6.5 våglängder.

$$\Delta r = 6.5\lambda = 6.5\frac{v}{f} \Rightarrow f = 6.5\frac{v}{\Delta r} = 6.5\frac{320}{\sqrt{4 \cdot 1.1^2 + 0.8633^2} - 0.8633} = 1387Hz \quad (24)$$

Svar: 107 Hz

4. a) Wiens förskjutningslag säger att en varmare stjärna strålar som mest vid en kortare våglängd.

Svar: B

- b) Arean motsvarar hur mycket stjärnan strålar per kvadratmeter.

$$I = \sigma T^4 \quad (25)$$

Temperaturen fås från Wiens förskjutningslag

$$\lambda_{max}T = b \Rightarrow T = \frac{b}{\lambda_{min}} \quad (26)$$

Då får vi

$$I = \sigma \left(\frac{b}{\lambda_{min}} \right)^4 = 5.67037441918443 \cdot 10^{-8} \left(\frac{2.8978 \cdot 10^{-3}}{0.40 \cdot 10^{-6}} \right)^4 = 1.56 \cdot 10^8 W/m^2 \quad (27)$$

Svar: $0.16 \text{ GW}/m^2$

- c) Intensiteten hos solens strålning vid mars ges av

$$I = \frac{P}{4\pi d^2} \quad (28)$$

där d är avståndet mellan solen och Mars. Den effekt som Mars fångar upp ges av

$$P_M = I \cdot A = \frac{P}{4\pi d^2} \cdot \pi r^2 = \frac{P}{4d^2} r^2 = \quad (29)$$

$$\frac{3.846 \cdot 10^{26}}{4 \cdot (2.28 \cdot 10^{11})^2} (3.39 \cdot 10^6)^2 = 2.1256 \cdot 10^{16} W \quad (30)$$

På ett dygn blir det

$$E = P_M \cdot 24 \cdot 3600 = 1.84 \cdot 10^{21} J \quad (31)$$

Svar: $1.84 \cdot 10^{21} J$

5. a) Fotonens energi

$$E_f = \frac{hc}{\lambda} = 3.14 \cdot 10^{-19} J = 1.96 eV \quad (32)$$

Antalet fotoner/sekund

$$n = \frac{P}{E_f} = \frac{P\lambda}{hc} = 6.37 \cdot 10^{15} \quad (33)$$

Svar: $6.37 \cdot 10^{15}$ fotoner/sekund

b) **Svar:** Noll eftersom fotonernas energi är mindre än utträdesarbetet.

c)

$$p_e = \frac{h}{\lambda_e} = 1.20914 \cdot 10^{-24} kg \cdot m/s \quad (34)$$

$$K_e = \frac{p_e^2}{2m_e} = \frac{h^2}{2m_e\lambda_e^2} = 8.0248 \cdot 10^{-19} J = 5.009 eV \quad (35)$$

$$K_e = hf - \Phi \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = K_e + \Phi \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{K_e + \Phi} = 135 nm \quad (36)$$

Svar: 135nm

d) Guld har ett högre utträdesarbete och därför skulle de frigjorda elektronerna få mindre energi. Mindre energi innebär en längre våglängd.

6. Lösningen går igenom under seminarium 6.

a) **Svar:** $\Delta E = 0.306\text{eV}$

b) Eftersom elektronen i den övergången hamnar i ett lägre energitillstånd kommer en foton att emitteras.

c) **Svar:** $\lambda = 4.05\mu\text{m}$