



Fysik 2 - F0005T

Lösningar tentamen 2024-05-23

1. a) Vågen propagerar i negativ x-riktning eftersom den har hunnit längre än en halv våglängd men kortare än en hel våglängd.
- b) Eftersom vågen propagerar i negativ x-riktning är den punkten på väg uppåt, i positiv y-riktning.
- c) Beloppet av vågens hastighet ges av

$$v = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} = \frac{0.150 - 0.075}{0.0475 - 0.01} = 2.00 m/s \quad (1)$$

Våglängden avläses från figuren till $\lambda = 100 mm$ eller $\lambda = 0.100 m$. Frekvensen ges då av

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{2}{0.1} = 20.0 Hz \quad (2)$$

Svar: 20.0 Hz

- d) Vågen ges av

$$y = a \cos(kx + \omega t + \alpha) \quad (3)$$

Vid tidpunkten 0.01 sekunder och x-koordinaten 0.05 meter är cos-funktionen = -1 vilket ger oss

$$kx + \omega t + \alpha = \pi \Rightarrow \alpha = \pi - \frac{2\pi}{0.1} \cdot 0.05 - 2\pi \cdot 20 \cdot 0.01 = -0.4\pi = -\frac{2}{5}\pi \quad (4)$$

Svar: $-\frac{2}{5}\pi$

2. Våglängden är

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1100} = 0.309091m \quad (5)$$

Den ena vågen går direkt till mikrofonen och den andra reflekteras mot golvet. Skillnaden i väg ges av

$$\Delta l = \sqrt{(x^2 + 4h^2)} - x \quad (6)$$

Fasskillnaden blir då (glöm inte fasskiftet på grund av reflektion)

$$\Delta\beta = k\Delta l + \pi \quad (7)$$

För konstruktiv interferens ska fasskillnaden motsvara ett helt antal 2π

$$k\Delta l + \pi = n \cdot 2\pi \Rightarrow \Delta l = \frac{\lambda}{2\pi}(2n - 1)\pi \Rightarrow \quad (8)$$

$$\sqrt{(x^2 + 4h^2)} - x = \frac{\lambda}{2}(2n - 1) \Rightarrow \quad (9)$$

$$\sqrt{(x^2 + 4h^2)} = \frac{\lambda}{2}(2n - 1) + x \Rightarrow \quad (10)$$

$$x^2 + 4h^2 = \frac{\lambda^2}{4}(2n - 1)^2 + x^2 + \lambda x(2n - 1) \Rightarrow \quad (11)$$

$$x = \frac{4h^2 - \frac{\lambda^2}{4}(2n - 1)^2}{\lambda(2n - 1)} \quad (12)$$

Största fasskillnaden är när

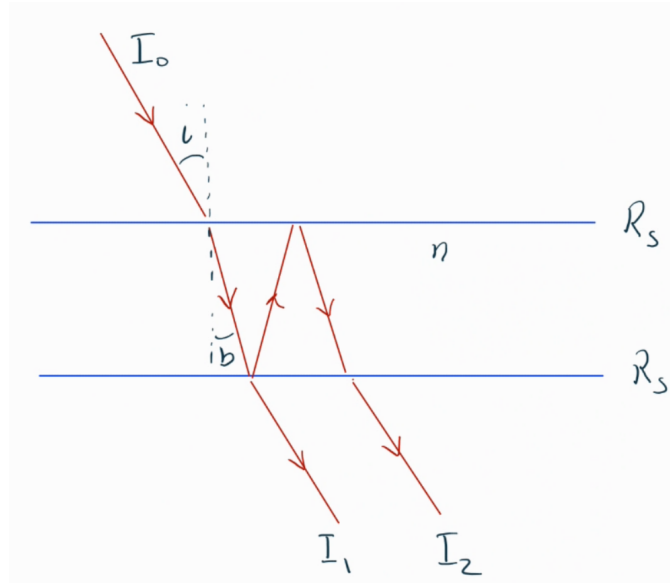
$$x = 0 \Rightarrow \Delta\beta = \frac{2\pi}{\lambda}2h + \pi = \left(\frac{2 \cdot 1.35}{0.309091} + \frac{1}{2} \right) 2\pi = 9.235 \cdot 2\pi \quad (13)$$

Första max kommer att alltså att vara då $n=9$ vilket ger att vid tredje max är $n=7$. Då får vi att

$$x = \frac{4 \cdot 1.35^2 - \frac{0.30909^2}{4}(14 - 1)^2}{0.30909(14 - 1)} = 0.8097m \quad (14)$$

Svar: 0.810 m

3. Utgå från figuren.



Vi bestämmer först infallsvinkeln

$$i = \tan^{-1}(n) = \tan^{-1}(1.54) = 57.00^\circ \quad (15)$$

Brytningsvinkeln blir då

$$b = 90 - i = 90 - 57.00 = 33.00^\circ \quad (16)$$

Då kan vi räkna ut reflektionskoefficienten för sagittalt polariserat ljus

$$R_s = \frac{\sin^2(i - b)}{\sin^2(i + b)} = \sin^2(57 - 33) = 0.1654 \quad (17)$$

Transmissionskoefficienten blir då

$$T_s = 1 - R_s = 0.8346 \quad (18)$$

Då kan vi beräkna intensiteten hos strålarna som passerat glasskivan

$$I_1 = T_s^2 I_0 \quad (19)$$

$$I_2 = R_s^2 T_s^2 I_0 \quad (20)$$

Vi har tvåstråle interferens

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\beta) \quad (21)$$

vilket ger oss

$$I_{max} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} = T_s^2 I_0 + R_s^2 T_s^2 I_0 + 2R_s T_s^2 I_0 \quad (22)$$

och

$$I_{min} = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2} = T_s^2 I_0 + R_s^2 T_s^2 I_0 - 2R_s T_s^2 I_0 \quad (23)$$

Visibiliteten blir då

$$V = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \frac{4R_s T_s^2}{2T_s^2 (1 + R_s^2)} = 0.322 \quad (24)$$

Svar: 0.322

4. a) Natrium har en BCC struktur vilket innebär att

$$(4r)^2 = 3a^2 \quad (25)$$

Vi söker avståndet $2r$

$$4r = \sqrt{3}a \Rightarrow 2r = \frac{\sqrt{3}}{2}a = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 4.23 = 3.66\text{\AA} \quad (26)$$

Svar: 3.66 Ångström

- b) Natrium har atomnumret 11 så 11 elektroner ska placeras ut.

Svar: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

- c) En kalciumatom har 2 valenselektroner och det finns 4 atomer i varje enhetscell. Antalet fria elektroner per kubikmeter ges då av

$$N = \frac{4 \cdot 2}{a^3} = \frac{4 \cdot 2}{(5.58 \cdot 10^{-10})^3} = 4.60 \cdot 10^{28} m^{-3} \quad (27)$$

Svar: $4.60 \cdot 10^{28} m^{-3}$

- d) Densiteten ges av

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4M_{Ca}}{a^3} = \frac{4 \cdot 40.078 \cdot 1.66054 \cdot 10^{-27}}{(5.58 \cdot 10^{-10})^3} = 1532 kg/m^3 \quad (28)$$

Svar: $1.53 \cdot 10^3 kg/m^3$

5. Lösningen går igenom under seminarium 5.

Svar: $2.65 \cdot 10^{22} J$

6. a) Kraften som påverkar elektronen ges av

$$F_n = k \frac{Ze^2}{r_n^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Ze^2}{r_n^2} \quad (29)$$

Vi nyttjar Newtons andra lag och samband för cirkulär rörelse

$$F_n = m_e a_n \Rightarrow F_n = m_e \frac{v_n^2}{r_n} \Rightarrow m_e v_n^2 = F_n r_n \quad (30)$$

Vi söker den kinetiska energin

$$K_n = \frac{1}{2} m_e v_n^2 = \frac{1}{2} F_n r_n = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{Ze^2}{r_n} \quad (31)$$

Vi tar banradien från fysika

$$r_n = \frac{h^2 \epsilon_0 n^2}{\pi m_e e^2 Z} \quad (32)$$

och får den kinetiska energin till

$$K_n = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} Ze^2 \cdot \frac{\pi m_e e^2 Z}{h^2 \epsilon_0 n^2} = \frac{Z^2 e^4 m_e}{8h^2 \epsilon_0^2 n^2} \quad (33)$$

Svar: $K_n = \frac{Z^2 e^4 m_e}{8h^2 \epsilon_0^2 n^2}$

b) Våglängden ges av

$$\lambda_n = \frac{h}{p_n} = \frac{h}{\sqrt{2m_e K_n}} = \frac{2h^2 \epsilon_0 n}{Ze^2 m_e} \quad (34)$$

Svar: $\lambda_n = \frac{2h^2 \epsilon_0 n}{Ze^2 m_e}$

c) Omkretsen ges av

$$l_n = 2\pi r_n = \frac{2h^2 \epsilon_0 n^2}{Z m_e e^2} \quad (35)$$

Kvoten blir då

$$\frac{l_n}{\lambda_n} = n \quad (36)$$

Svar: n