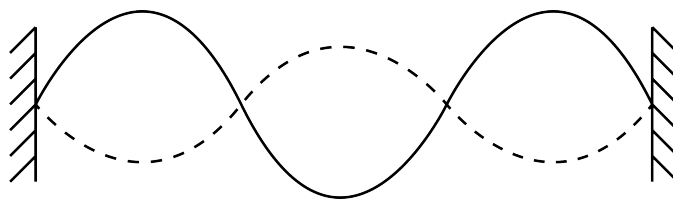




Fysik 2 - F0005T

Lösningar tentamen 2025-03-21

1. a) Se figur.



- b) Massan hos den del av snöret som används:

$$m = \frac{15}{3} \cdot 0.900 = 4.50g \quad (1)$$

Längddensiteten när snöret är utsträckt

$$\mu = \frac{m}{l} = \frac{0.0045}{1.2} = 0.00375kg/m \quad (2)$$

Vågornas hastighet på strängen.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{2.5}{0.00375}} = 25.8199m/s \quad (3)$$

Enligt texten är det 3:e moden vilket ger oss våglängden

$$\lambda = 2\frac{L}{3} = 2\frac{1.2}{3} = 0.800m \quad (4)$$

Frekvensen blir då

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{25.8199}{0.800} = 32.2749Hz \quad (5)$$

Amplituden ges av

$$A = 2a = 2 \cdot 2.00 = 4.00cm \quad (6)$$

Svar: $A = 4.00cm$, $\lambda = 0.800m$, $f = 32Hz$

- c) Vågtalet ges av

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = 7.85rad/m \quad (7)$$

Vinkelfrekvensen ges av

$$\omega = 2\pi f = 202.789rad/s \quad (8)$$

Svar: $y = 4.00(cm)\sin(7.85x)\cos(203t)$

- d) Den maximala partikelaccelerationen ges av

$$a_p = A\omega^2 = 0.04 \cdot 140.496^2 = 1644.93m/s^2 \quad (9)$$

Svar: $a_p = 1.6km/s^2$

2. a)

$$\Delta l = \sqrt{x^2 + L^2} - x \quad (10)$$

$$\Delta l_{max} = L, \text{ då } x = 0 \quad (11)$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1360} = 0.250m \quad (12)$$

Interferensmin då

$$\Delta l = (2p - 1)\frac{\lambda}{2} \text{ där } p = 1, 2, 3... \quad (13)$$

Då får vi

$$(2p - 1)\frac{\lambda}{2} < L \Rightarrow p < \frac{L}{\lambda} + 0.5 = \frac{2}{0.25} + 0.5 = 8.5 \quad (14)$$

Det största värdet p kan ha är alltså 8.

Svar: 8st

b)

$$x = 3.00 \Rightarrow \Delta l = \sqrt{9 + 4} - 3 = 0.6056m \quad (15)$$

max då

$$\Delta l = m\lambda \Rightarrow \Delta l = m\frac{v}{f} \Rightarrow f = m\frac{v}{\Delta l} = m \cdot 561.47Hz \quad (16)$$

$$f_1 = 561.47 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 1122.94 \text{ Hz}$$

$$f_3 = 1684.42 \text{ Hz} \quad (\text{Utanför intervallet})$$

Svar: 2st

c) Svävningen ger oss att

$$f_s = f_B - f_A \Rightarrow f_A = f_B - f_s = 50 - 2 = 48Hz. \quad (17)$$

Den dopplerskiftade frekvensen för högtalare A kommer att vara

$$f_A = f_0 \frac{v}{v + v_A} \Rightarrow v_A = \frac{f_0}{f_A} v - v = 340 \left(\frac{50}{48} - 1 \right) = 14.2m/s \quad (18)$$

Svar: 14.2 m/s

3. Infallsvinkeln är Brewstervinkeln

$$i = \tan^{-1}(1.33) = 53.06^\circ \quad (19)$$

Brytningsvinkeln är då

$$b = 90 - i = 36.94 \quad (20)$$

Vi behöver bara räkna på sagittalt polariserat ljus

$$I_r = R_s I_{is} = \frac{\sin^2(i - b)}{\sin^2(i + b)} \cdot \frac{1}{2} I_0 \quad (21)$$

För att räkna ut hur mycket som passerar solglasögonen använder vi Malus lag

$$I = I_r \cos^2(\theta) = \frac{\sin^2(i - b)}{\sin^2(i + b)} \cdot \frac{1}{2} I_0 \cos^2(\theta) \quad (22)$$

Numeriskt blir det

$$I = \sin^2(53.06 - 36.94) \cdot 0.5 \cdot \cos^2(75) I_0 = 0.002583 I_0 \quad (23)$$

Svar: 0.26%

4. a) Arealen motsvarar hur mycket stjärnan strålar per kvadratmeter.

$$I = \sigma T^4 \quad (24)$$

Temperaturen fås från Wiens förskjutningslag

$$\lambda_{max}T = b \Rightarrow T = \frac{b}{\lambda_{min}} \quad (25)$$

Då får vi

$$\begin{aligned} I &= \sigma \left(\frac{b}{\lambda_{min}} \right)^4 = 5.67037441918443 \cdot 10^{-8} \left(\frac{2.8978 \cdot 10^{-3}}{0.40 \cdot 10^{-6}} \right)^4 \\ &= 1.56 \cdot 10^8 W/m^2 \end{aligned} \quad (26)$$

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

- b) Det är hur mycket mer effekt som stjärna B avger per kvadratmeter jämfört med stjärna A .
c) Vi börjar med att bestämma strålningsflödet I vid rymdstationen. Detta ges av:

$$I = \frac{I_s}{4\pi d^2} \quad (27)$$

där I_s är den totala utstrålade effekten från stjärnan. Enligt Stefan-Boltzmanns lag:

$$I_s = \sigma T^4 \cdot 4\pi R^2 \quad (28)$$

vilket ger:

$$I = \frac{\sigma T^4 \cdot 4\pi R^2}{4\pi d^2} = \sigma T^4 \frac{R^2}{d^2} \quad (29)$$

Solpanelernas insamlade effekt ges av:

$$P = \eta I A \quad (30)$$

vilket ger:

$$I = \frac{P}{\eta A} \quad (31)$$

Genom att sätta in detta i ekvationen för I :

$$\frac{P}{\eta A} = \sigma T^4 \frac{R^2}{d^2} \quad (32)$$

Löser vi för T :

$$T = \left(\frac{P d^2}{\eta A \sigma R^2} \right)^{\frac{1}{4}} = 5806 K \quad (33)$$

Wiens förskjutningslag ger:

$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T} \quad (34)$$

Sätter vi in uttrycket för T :

$$\lambda_{\max} = b \left(\frac{\eta A \sigma R^2}{P d^2} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (35)$$

Nu sätter vi in de numeriska värdena:

$$\begin{aligned} b &= 2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K} \\ \eta &= 0.185 \\ A &= 155 \text{ m}^2 \\ \sigma &= 5.670 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4} \\ R &= \frac{1.392 \times 10^9}{2} \text{ m} \\ P &= 40.0 \times 10^3 \text{ W} \\ d &= 149.6 \times 10^9 \text{ m} \end{aligned}$$

Beräknad våglängd:

$$\lambda_{\max} = 499.1 \text{ nm} \quad (36)$$

Svar: 499 nm

5. a) En elektron i det innersta skalet slås ut och en elektron från M-skalet hoppar ner till den lediga platsen. Den emitterar då en foton med en energi som motsvarar energigapet mellan M och K skalet.

- b) Bindningsenergin för K-skalet i guld är 80724 eV

Svar: 80.724 kV

- c)

$$e \cdot U = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{eU} = 15.359 \text{ pm} \quad (37)$$

Svar: 15.4 pm

- d)

$$\Delta E = E_K - E_M = 80724 - 2207 = 78.517 \text{ keV} \quad (38)$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \Delta E \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = 15.791 \text{ pm} \quad (39)$$

Svar: 15.8 pm

- e)

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mK}} \Rightarrow K = \frac{h^2}{2m\lambda^2} = 9.6647 \times 10^{-16} \text{ J} = 6.03 \text{ keV} \quad (40)$$

Svar: 6.03 kV

6. a) Randvillkoren ges av

$$\psi(x, 0) = 0$$

$$\psi(x, b) = 0$$

$$\psi(0, y) = 0$$

$$\psi(a, y) = 0$$

b)

$$k_x a = n_x \pi \Rightarrow k_x = \frac{n_x \pi}{a} \quad (41)$$

där n_x är ett positivt heltal större än 0.

$$k_y b = n_y \pi \Rightarrow k_y = \frac{n_y \pi}{b} \quad (42)$$

där n_y är ett positivt heltal större än 0.

Svar: $k_x = \frac{n_x \pi}{a}$ och $k_y = \frac{n_y \pi}{b}$

c) Vi sätter in lösningen i Schrödingerekvationen och får

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) A \sin(k_x x) \sin(k_y y) = E A \sin(k_x x) \sin(k_y y) \Rightarrow \quad (43)$$

$$\Rightarrow \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{n_x^2 \pi^2}{a^2} + \frac{n_y^2 \pi^2}{b^2} \right) = E \quad (44)$$

Svar: $\frac{\hbar^2 \pi^2}{2m} \left(\frac{n_x^2}{a^2} + \frac{n_y^2}{b^2} \right)$