



Fysik 2 - F0005T

Lösningar tentamen 2025-05-22

1. Uppgiften går igenom i seminarie 1.

a) -

b) **Svar:** $A = 25.00 \text{ mm}$, $f = 20.00 \text{ Hz}$ och $\lambda = 240 \text{ mm}$

c) **Svar:** Det tar 37.5 ms .

d) **Svar:** $\alpha = \pi/6$

2. a) I figuren ses periodtiden för svävning $\Delta t = 50$ ms. Då kan vi beräkna svävningsfrekvensen.

$$f_b = \frac{1}{\Delta t} = \frac{1}{0.05} = 20 \text{ Hz} \quad (1)$$

Frekvensen hos den långa pipan kan vi få från våglängden

$$\lambda_1 = 4L_1 \Rightarrow f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4L_1} = \frac{341}{4 \cdot 0.155} = 550 \text{ Hz} \quad (2)$$

Den kortare pipan har då en frekvens enligt

$$f_2 = f_1 + f_b = 550 + 20 = 570 \text{ Hz} \quad (3)$$

Piplängden kan nu beräknas till

$$L_2 = \frac{v}{4f_2} = \frac{341}{4 \cdot 570} = 0.1496 \text{ m} \quad (4)$$

Svar: 0.15 m

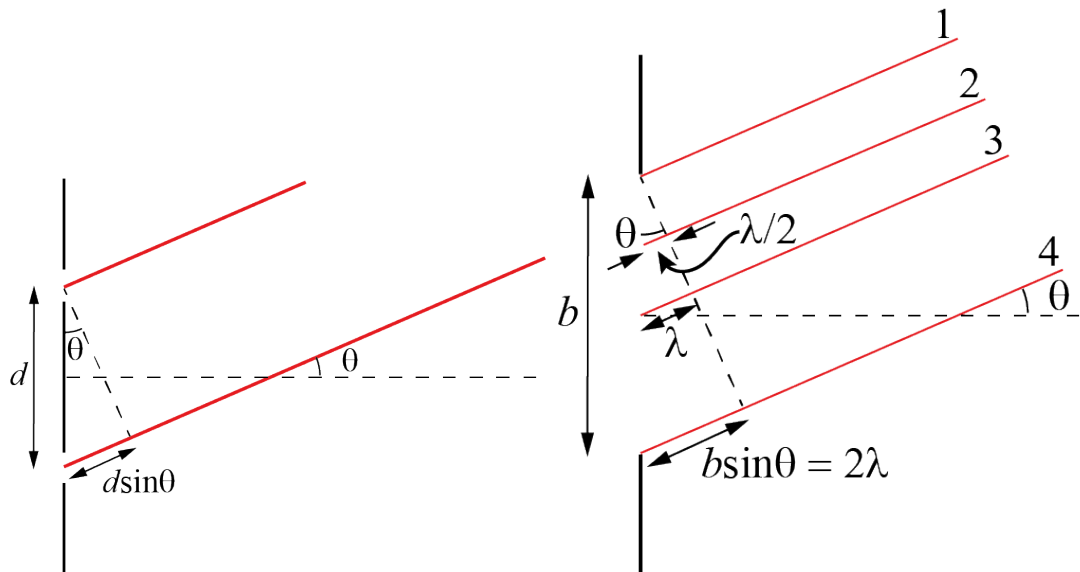
- b) frekvensen från den längre pipan ska vara 570 Hz för att ingen svävning ska uppstå. Eftersom frekvensen ska öka måste pipan röra sig mot mikrofonen. Dopplereffekt ger oss

$$f = f_1 \frac{v - v_m}{v - v_s} = \frac{v}{v - v_s} \Rightarrow \frac{v - v_s}{v} = \frac{f_1}{f} \Rightarrow \quad (5)$$

$$v_s = v \left(1 - \frac{f_1}{f} \right) = 341 \left(1 - \frac{550}{570} \right) = 11.96 \text{ m/s} \quad (6)$$

Svar: 12 m/s

3. a) $d \sin \theta$ motsvarar skillnaden i gångväg för vågorna från dom två spaltöppningarna. Uttrycket gäller då avståndet till skärmen är stort och strålarna kan approximeras vara parallella. Se figur.
- b) $b \sin \theta$ är skillnad i gångväg mellan randstrålarna. Om den skillnaden är 2λ så kommer skillnaden mellan översta strålen och den i mitten att vara 1λ . Skillnaden i gångväg mellan randstrålen och den stråle som utgår från en punkt $b/4$ längre ner kommer då att vara 0.5λ . Det innebär att för varje stråle i den första fjärdedelen av öppningen så finns det en stråle som är helt ur fas med motsvarande stråle ur den andra fjärdedelen av spaltöppningen. Detsamma gäller dom nedre två fjärdedelarna av spaltöppningen. Se figur.



- c) Första diffraktionsmin ($m = 1$) innebär

$$b \sin \theta = m\lambda \Rightarrow b = \frac{\lambda}{\sin \theta} \quad (7)$$

Fjärde interferensmin ($p = 3$) innebär

$$d \sin \theta = (2p + 1) \frac{\lambda}{2} \Rightarrow d = \frac{7}{2} \frac{\lambda}{\sin \theta} \quad (8)$$

Kvoten blir då

$$\frac{b}{d} = \frac{2}{7} \quad (9)$$

Svar: 2/7

4. a) Coulombkraften ges av

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_n^2} \quad (10)$$

Vid cirkelrörelse gäller

$$a = \frac{v_n^2}{r_n} \quad (11)$$

Vi sätter ihop dom med Newtons andra lag

$$F = ma \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_n^2} = m \frac{v_n^2}{r_n} \quad (12)$$

Vi löser ut hastigheten

$$v_n = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n m}} \quad (13)$$

Tiden det tar att färdas ett varv ges då av

$$T = \frac{2\pi r_n}{v_n} = 2\pi r_n \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 r_n m}{e^2}} = \sqrt{\frac{16\pi^3 \epsilon_0 r_n^3 m}{e^2}} \quad (14)$$

Vi nyttjar uttrycket för radien från fysika och får

$$T = \sqrt{\frac{16\pi^3 \epsilon_0 m}{e^2} \frac{h^6 \epsilon_0^3 n^6}{\pi^3 m^3 e^6}} = \sqrt{\frac{16e_0^4 h^6 n^6}{e^8 m^2}} = \frac{4e_0^2 h^3 n^3}{e^4 m} = 4.145 \cdot 10^{-15} \text{ s} \quad (15)$$

Svar: $4.145 \cdot 10^{-15} \text{ s}$

b Vi beräknar kvoten

$$\frac{2\pi r_n}{\lambda_{de}} = \frac{2\pi r_n m v_n}{h} = \frac{2\pi}{h} \sqrt{\frac{m r_n e^2}{4\pi\epsilon_0}} = \frac{2\pi}{h} \sqrt{\frac{m e^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{h^2 \epsilon_0 n^2}{\pi m e^2}} = n \quad (16)$$

Svar: 3

5. a) Den kortaste våglängden får fotonen som får all elektronenergi.

$$\frac{hc}{\lambda_{min}} = eU \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{eU} = 14.59 pm \quad (17)$$

Svar: 15pm

- b) Energigapet mellan M och K skalen är

$$\Delta E = 78395 - 2121 = 76274 eV \quad (18)$$

Det motsvarar en våglängd enligt

$$\frac{hc}{\lambda_{min}} = \Delta E \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{\Delta E} = 16.255 pm \quad (19)$$

Svar: 16.26 pm

- c) För att kunna påvisa förekomsten av guld så måste dom inkommande elektronerna ha tillräckligt med energi för att frigöra en elektron i K-skalet. Bindningsenergin i K-skalet är 80.724 keV och dom inkommande elektronerna har energin 85 keV vilket räcker.

Svar: Ja

- d) Enligt Bohrs modell så ges energinivåerna för en atom som har blivit av med en elektron i K-skalet av

$$E_n = -E_H \frac{(Z-1)^2}{n^2} \quad (20)$$

En $K\alpha$ foton kommer från en övergång mellan L och K skalet vilket ger oss

$$hf = \frac{hc}{\lambda} = E_2 - E_1 = E_H (Z-1)^2 \left(1 - \frac{1}{4}\right) \Rightarrow \lambda^{-1} = \frac{3}{4} \frac{E_H}{hc} (Z-1)^2 \quad (21)$$

Det innebär att konstanten a i Moseleys lag ges av

$$a = \frac{3}{4} \frac{E_H}{hc} = 8.23 \cdot 10^6 m^{-1} \quad (22)$$

Svar: $8.23 \cdot 10^6 m^{-1}$

6. Vi räknar först ut fotonens riktning efter stöt.

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta) \Rightarrow \cos \theta = 1 - \frac{mc}{h} \left(\lambda' - \frac{hc}{E_f} \right) \Rightarrow \theta = 60.285^\circ \quad (23)$$

Vi räknar ut elektronens rörelsemängd utifrån att rörelsemängden ska bevaras.

$$p_x = \frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'} \cos \theta = \frac{E_f}{c} - \frac{h}{\lambda'} \cos \theta = 2.46519 \cdot 10^{-23} \text{ kg m/s} \quad (24)$$

$$p_y = \frac{h}{\lambda'} \sin \theta = 3.63995 \cdot 10^{-23} \text{ kg m/s} \quad (25)$$

Elektronens totala rörelsemängd blir då

$$p = \sqrt{p_x^2 + p_y^2} = 4.396 \cdot 10^{-23} \text{ kg m/s} \quad (26)$$

och riktningen mot x-axeln ges av

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{p_y}{p_x} \right) = 55.89^\circ \quad (27)$$

Svar: $4.40 \cdot 10^{-23} \text{ kg m/s}$ i riktningen 55.9° relativt x-axeln-