Linköpings Universitet
Institutionen för Fysik, Kemi och Biologi
Avdelningen för Tillämpad Fysik
Mike Andersson

Lösningsförslag

Måndagen den 4:e juni 2007, kl. 14:00 – 18:00

Fysik del B2 för tekniskt basår / teknisk bastermin

BFL 120/ BFL 111

Hjälpmedel: Miniräknare och valfri formelsamling

Tänk på att:

- Varje inlämnat lösningsblad skall vara numrerat och märkt med namn och personnummer.
- Endast lösningen till **EN** uppgift får redovisas på varje blad/ papper.
- Inlämnade lösningar skall vara renskrivna och läsbara.
- Alla lösningar skall vara välmotiverade.
- Tänk också på att en figur alltid underlättar lösningsprocessen samt förståelsen av lösningen.

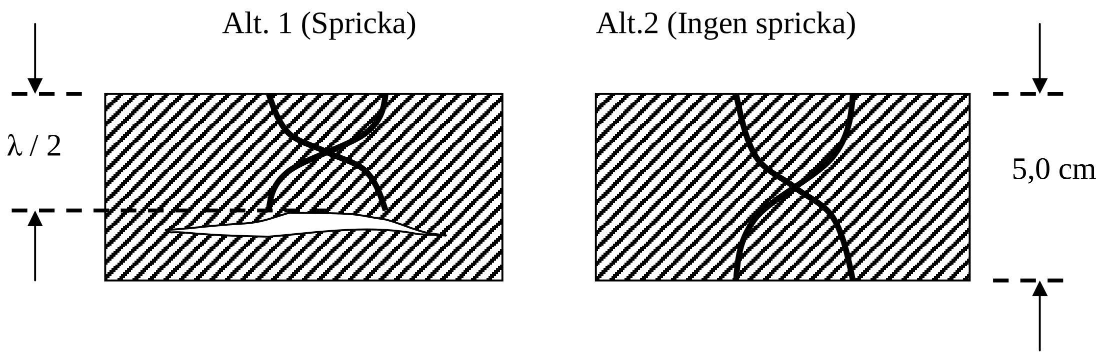
Jag kommer att finnas till hands under själva tentamenstiden för att svara på frågor angående eventuella oklarheter i problemformuleringarna. Om jag inte skulle finnas på plats i ett visst ögonblick kan jag nås på tel. nr. 0762 – 672281 under skrivningstiden.

Lösningsförslag kommer att finnas upplagda på kurshemsidan efter skrivningstidens slut.

Betygsgränser:	5	20-24
	4	15-19
	3	10-14

Lycka till! //Mike

1. Den lägsta frekvens för vilken en stående våg uppkommer är då våglängden är så lång som möjligt samtidigt som det finns minst en nod och en svängningsbuk. I det här fallet sitter inte materialet fast i ovan- eller undersidan, varför det blir svängningsbukar precis i gränsytan mot omgivande luft. Vi får då enligt nedan:



Vi ser att våglängden kommer att vara beroende av om det finns någon spricka eller inte. Låt oss räkna ut våglängden för vågrörelsen vid den frekvens som ger första stående vågen:

$$v = f \cdot \lambda \ \Leftrightarrow \ \lambda = v/f$$

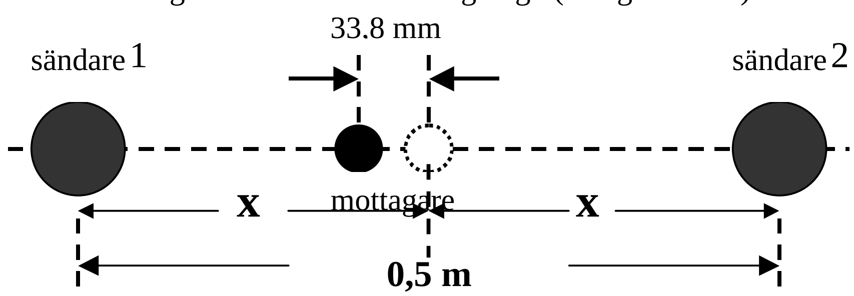
$$\lambda = 5180 \text{ [m/s]} / 51800 \text{ [s}^{-1}\text{]} = 0{,}100 \text{ [m]} = 10{,}0 \text{ cm}$$

För alternativ 2 är halva våglängden lika med hela tjockleken, d.v.s. $\lambda/2 = 5{,}0$ cm => $\lambda = 10{,}0$ cm, vilket stämmer med ovanstående uträkning. Alternativ 2 måste alltså vara det som stämmer med verkligheten.

Svar: Det finns ingen spricka i balken

2. Precis mitt emellan sändarna registrerar mottagaren maximal intensitet på ljudet, d.v.s. i mitten svänger vågorna i fas. När mottagaren flyttas från mitten åt sidan, utefter förbindelselinjen mellan sändarna, minskar först intensiteten på det ljud den mottar och ökar sedan igen till ett maximum, d.v.s. vågorna är i fas igen. Då vet vi att följande gäller:

Sträckan från sändare 2 till mottagaren minus sträckan från sändare 1 till mottagaren är lika med en våglängd (se figur nedan).



$$x + 33{,}8 – (x – 33{,}8) = \lambda$$

$$2 \cdot 33{,}8 = \lambda \Leftrightarrow \lambda = 67{,}6 \text{ [mm]} = 6{,}76 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}$$

Enligt $v = f \cdot \lambda$ får vi då

$$v = 20\,000 \text{ [s}^{-1}\text{]} \cdot 6{,}76 \cdot 10^{-2} \text{ [m]} = 1352 \text{ [m/s]}$$

Svar: Ljudets hastighet i vätskan är 1352 m/s

3. Maximum för ljus av våglängden 200 nm fås i första ordningens spektrum för vinkeln φ enligt:

$$\lambda = D \cdot \sin\varphi \;\Leftrightarrow\; \sin\varphi = \lambda/D \;\Leftrightarrow\; \varphi = \arcsin(\lambda/D)$$

$$\varphi = \arcsin(2{,}00 \cdot 10^{-7}/5{,}00 \cdot 10^{-7}) = 23{,}58^{\circ}$$

Maximum för ljus av våglängden 202 nm fås i första ordningens spektrum för vinkeln ψ enligt:

$$\lambda = D \cdot \sin\psi \;\Leftrightarrow\; \sin\psi = \lambda/D \;\Leftrightarrow\; \psi = \arcsin(\lambda/D)$$

$$\psi = \arcsin(2{,}02 \cdot 10^{-7}/5{,}00 \cdot 10^{-7}) = 23{,}83^{\circ}$$

Vinkeln α fås från:

$$\alpha = \psi – \varphi = 23{,}83 – 23{,}58 = 0{,}25^{\circ}$$

Svar: Ja, det går bra att skilja mellan de båda våglängderna m.h.a. detta gitter.

4. Från Wiens förskjutningslag – $\lambda_{max} \cdot T = 2{,}90 \cdot 10^{-3}$ – har vi ett samband från vilket det är möjligt att räkna ut yttemperaturen på järnkuben från den våglängd λ_{max} för vilken den utstrålade intensiteten är som störst (maximal).

$$T = 2{,}90 \cdot 10^{-3} / \lambda_{max} = 580 \text{ K}$$

Från Stefan-Boltzmanns samband – $M = \sigma \cdot T^4$ – kan man också räkna fram emittansen från en absolut svartkropp med en viss yttemperatur T.

$$M = \sigma \cdot T^4 = 5{,}67 \cdot 10^{-8} \cdot 580^4 = 6416 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Eftersom emittansen är ett mått på utstrålad effekt per area kan man räkna fram den totalt utstrålade effekten från järnkuben genom att multiplicera med dess ytarea.

$$P = M \cdot A = 6416 \cdot (0{,}25^2) \cdot 6 = 2406 \text{ W} = 2{,}4 \text{ kW}$$

Svar: Den totalt utstrålade effekten är 2,4 kW

5. Enligt sambandet mellan elektronernas rörelseenergi E_k, utträdesarbetet Φ och fotonens energi $h \cdot f$ samt sambandet mellan fotonens frekvens och våglängd har vi:

$$E_k = h \cdot f - \Phi, \quad c = f \cdot \lambda \;\Rightarrow\; E_k = h \cdot c/\lambda - \Phi \;\Rightarrow\; \Phi = h \cdot c/\lambda - E_k$$

$$\Phi = 6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}/4{,}785 \cdot 10^{-7} - 0{,}7830 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} = 2{,}902 \cdot 10^{-19} \text{ [J]} =$$

$$= 2{,}902 \cdot 10^{-19}/1{,}602 \cdot 10^{-19} \text{ [eV]} = 1{,}81 \text{ [eV]}$$

Svar: Ämnet är Cesium då utträdesarbetet är 1,81 eV

6. Man önskar att det ska finnas 150 mg av ^{131}I-atomer efter 16 timmar. Eftersom jod-131 sönderfaller innebär detta att man måste väga upp mer jod-131 än 150 mg. Frågan är hur mycket. Sönderfallet sker enligt:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}, \quad \lambda = \ln 2 / T_{½} \text{ där } T_{½} \text{ är lika med halveringstiden}$$

Vi vet att efter tiden $t = 16$ h ska det finnas $N = 150$ mg av jod-131, samt att $T_{½} = 8{,}040$ dygn. Vad ska då N_0 vara?

$$\lambda = \ln 2 / T_{½} = \ln 2/(8{,}040 \cdot 24) = 0{,}003592 \text{ [h}^{-1}\text{]}$$

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \;\Leftrightarrow\; N_0 = N \cdot e^{\lambda \cdot t} = 150 \cdot e^{0{,}003592 \cdot 16} = 159 \text{ [mg]}$$

Svar: Mängden jod-131 som ska vägas upp är 159 mg.