

Tentamen i Vågrörelselära och modern fysik för Naturvetenskapliga Basåret

Examinator: Stig-Åke Lindgren, tel: 7723346

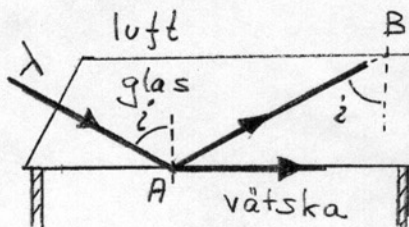
Hjälpmedel: Formelsamling, gymnasietabeller samt valfri kalkylator

Betygsgränser: Godkänd 8,5 p Väl godkänd 13,5 p

Rättningsgranskning: Se kurshemsidan för plats och tidpunkt

1. Undersidan på en planparallell glasplatta är i kontakt med en genomskinlig vätska. Som synes i nedanstående figur är glasplattan avfasad längs ena kanten. Glasets brytningsindex är 1,50. Figuren visar också hur en ljusstråle från luft passerar vinkelrätt in genom den avfasade ytan och fortsätter inuti glasets mot gränsytan till vätskan där strålen både reflekteras och bryts vid punkten A. Den brutna strålen rör sig praktiskt taget parallellt med gränsytan. Den reflekterade strålen rör sig mot punkten B på gränsytan till luft. Infallsvinkeln, i , vid både A och B är 60° .

- a) Hur stor är ljushastigheten i glasplattan?
b) Hur stort är brytningsindex i vätskan?
c) Är reflektionen vid punkten B total?
Beräkna gränsvinkeln för totalreflexion vid B och besvara sedan frågan med Ja eller Nej.



(3p)

2. En ljusstråle består av två våglängdskomponenter, en grönaktig vid 480 nm och en gulaktig där det exakta våglängdsvärdet är okänt. Ljusstrålen får infalla vinkelrätt mot ett gitter. Bakom gittret och på ett avstånd av 200 cm finns en bildskärm där ett antal gröna och gula fläckar observeras. Avståndet mellan den centralt (rakt fram) belägna fläcken och den närmsta gröna fläcken är 14,1 cm. Motsvarande närmsta gula fläck är på ett avstånd av 17,5 cm från den centrala fläcken.
- a) Hur skulle man kunna beskriva färgen på den centrala fläcken?
b) Hur stor är gitterkonstanten?
c) Bestäm ett så noggrant värde som möjligt på det gula ljusets våglängd. (3p)

3. Två sändarmaster S1 och S2 på 60 m inbördes avstånd sänder elektromagnetisk strålning synkront med samma frekvens. Masterna är uppställda på en stor öppen åker och signalerna från S1 och S2 registreras med en radiomottagare på en traktor som kör från punkten A till punkten B (se skissen nedan). Punkten A ligger på mittpunktsnormalen till sändarna och punkten B på förlängningen till en linje mellan S1 och S2. Traktorföraren registrerar totalt 6 interferensmaxima på vägen från A till B. I punkten A är det lika långt till sändarna varför signalerna där är i fas och mottagaren registrerar ett maximum. I punkten B är signalerna också i fas och ett maximum registreras. Mellan dessa maxima i A och B finns det således 4 maxima. Hur stor är sändarfrekvensen? (3p)



4. Ett svartmålat klot av grafit har radien 3,0 cm och hänger centralt och fritt i ett stort rum (med tunn dubbelledande metalltråd fäst i taket). Klotet hettas upp till 2500 K och när den utsända elektromagnetiska strålningens intensitet registreras som funktion av strålningstvåglängden finner man ett nästan perfekt svartkroppslignande spektrum. På golvet 2,00 m rakt under klotet finns en liten grop (yta $1,00 \text{ cm}^2$) med en liten skvätt vatten (vattendjup 1,0 mm).

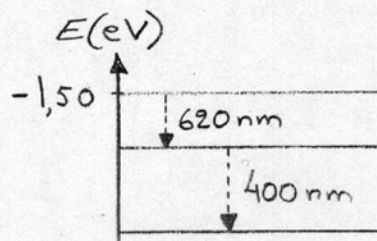
Hur mycket energi strålar totalt ner på den lilla vattenpölen (yta $1,00 \text{ cm}^2$) under 10 minuter? Uttryck svaret i J. (3p)

5. En stämgaffel med frekvensen 440 Hz är placerad strax ovanför ett vertikalt monterat rumstempererat glaströr som är igenkorkat i sin undre ända. Som bekant kan man förstärka ljudet från stämgaffeln genom att anpassa rörets längd så att luften i röret fås att resonanssvänga dvs bilda en stående våg.

a) Vilken rörlängd (kortast möjliga) behövs för maximal förstärkning?

b) Hur mycket måste rörlängden ökas/minskas om förstärkaren skall fungera optimalt utomhus under en kylig sommarkväll då ljudhastigheten blott är 330 m/s och inte 340 m/s som är värdet vid rumstemperatur? (3p)

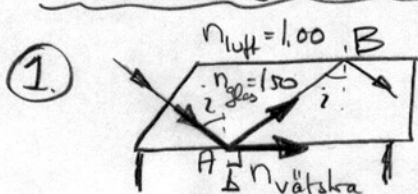
6. I vidstående figur är tre energinivåer i en viss atom utritade. Vid en övergång från den översta nivån som har energin $-1,50 \text{ eV}$ till den närmast under utsänds ljus med våglängden 620 nm. Vid en övergång från denna mellannivå till den understa nivån emitteras ljus med våglängden 400 nm.



Vilken energi har den understa nivån? Uttryck svaret i eV och tänk på tecknet.

(3p)

Lösning Vågrör & Modern Fysik (Natvet basår) 2009-01-17

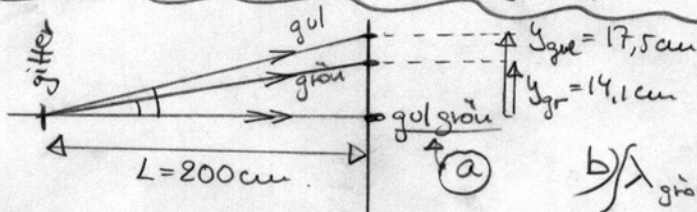


a) $c_{glas} = \frac{c_{vakuum}}{n_{glas}} = \frac{3 \cdot 10^8}{1.5} = 2.0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

b) $n_{glas} \sin z = n_{vätska} \sin b$
 $\Rightarrow n_{vätska} = 1.50 \sin 60^\circ = 1.30$
 $\begin{cases} i = 60^\circ \\ b = 90^\circ \\ n_{glas} = 1.50 \end{cases}$

c) Tot. refl. om $z > z_g$
 Sätt $b = 90^\circ$ vid B: $n_{glas} \sin i_g = n_{luft} \sin 90^\circ \Rightarrow i_g = 41.8^\circ \because z > z_g$ Svar: Ja

②

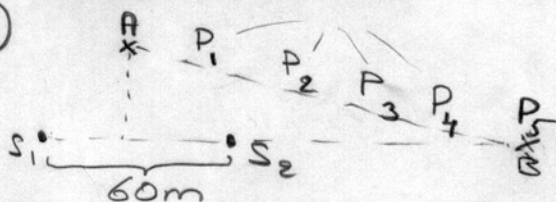


$d \sin \theta_{gul} = 1 \cdot \lambda_{gul}$
 $d \sin \theta_{gr} = 1 \cdot \lambda_{gr} = 480 \text{ nm}$

b) $\lambda_{gr} = 480 \text{ nm}$
 $\theta_{gr} = \arcsin \frac{14.1}{200} = 4.03^\circ$
 $d = \frac{480 \text{ nm}}{\sin 4.03^\circ} = 6.83 \mu\text{m}$

c) $\lambda_{gul} = d \sin \theta_{gul}$ där $\theta_{gul} = \arcsin \frac{17.5}{200} = 5.0^\circ$
 $\Rightarrow \lambda_{gul} = 595 \text{ nm}$

③



Enligt uppgift: $BS_1 - BS_2 = 60 \text{ m}$

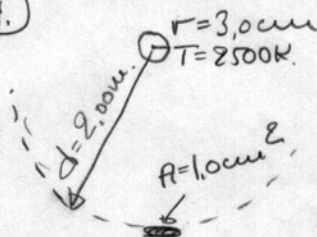
$\Rightarrow 5\lambda = 60 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 12 \text{ m}$; $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{12 \text{ m}} = 25 \text{ MHz} = \text{Svar}$

Max då $PS_1 - PS_2 = \text{heltal} \cdot \lambda$

Här gäller då: $AS_1 - AS_2 = 0$ max

4 max
 wellan
 A och B
 $\begin{cases} PS_1 - PS_2 = \lambda & \text{max} \\ PS_2 - PS_3 = 2\lambda & \text{max} \\ PS_3 - PS_4 = 3\lambda & \text{max} \\ PS_4 - PS_5 = 4\lambda & \text{max} \\ BS_1 - BS_2 = 5\lambda & \text{max} \end{cases}$

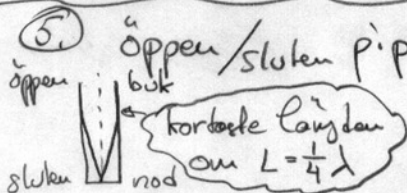
④



Puttrörelse, $P_{\text{eff}} = A_{\text{eff}} \cdot r \cdot T^4 = 4\pi (3 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 5.67 \cdot 10^{-8} \cdot 2500^4 \text{ W} = 25 \text{ W}$

Det är bara en bråkdel av denna effekt som träffar vålnipolen nämligen $\frac{A}{4\pi d^2} = \frac{1 \cdot 10^{-4}}{4\pi \cdot 2^2} = 1.99 \cdot 10^{-6}$
 $\Rightarrow$ Polen träffas av effekten $1.99 \cdot 10^{-6} \cdot 25.0 \cdot 10^3 = 0.0497 \text{ W}$
 Under 10 min = 600 s blir det energi 30 J = Svar

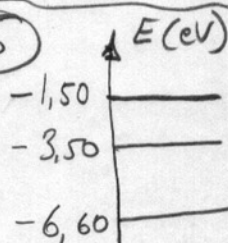
⑤



Öppen/sluten pipa: $f = (\text{odda tal}) \cdot \frac{v}{4L}$; 440 Hz skall förstärkas $L = ?$

$L = (\text{odda tal}) \cdot \frac{v}{4f} = (\text{odda tal}) \cdot \frac{340 \text{ m/s}}{4 \cdot 440 \text{ Hz}} = (\text{odda tal}) \cdot 19.32 \text{ cm}$
 Välj odde talet = 1 $\Rightarrow$ kortaste $L = 19.32 \text{ cm}$

⑥



$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{620 \cdot 10^{-9} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = 2.00 \text{ eV}$

$\frac{hc}{\lambda_2} = \{ \lambda_2 = 400 \text{ nm} \} = 3.1 \text{ eV}$

Svar: -6.6 eV