

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

Rättningsprotokoll: Anslås senast 2007-02-28 utanför Vivekas expedition

Rättningsgranskning: 2007-02-28 kl 12.30 -13.00 i rum 1043 Soliden, Fysik

1. När en natriumgul ljusstråle i luft får infalla snett (infallsvinkel 30°) mot en tunn och jämntjock glasskiva kommer en del av ljuset att passera genom skivan och komma ut i luften på andra sidan (ljusstrålen har då passerat genom två ytor, först luft/glas och sedan glas/luft).
Ljusets våglängd i luft är 589 nm. Glasets brytningsindex är 1,50.

a) Hur stor är ljusvåglängden inuti glasskivan? (1p)

b) Hur stor är vinkeln relativt ytnormalen hos den stråle som bryts vid den första ytan (luft/glas)? (1p)

c) Hur stor är vinkeln relativt ytnormalen hos den stråle som bryts vid den andra ytan (glas/luft)? (1p)

2. Med hjälp av en positiv lins med brännvidden 5 cm skall man på en bildskärm göra en skarp avbildning av en utsträckt och mot optiska axeln vinkelrät 2,0 cm lång lysmask. Avståndet mellan lins och skärm är 15 cm.

a) Hur stort skall avståndet vara mellan lysmask och lins? (1p)

b) Hur lång är bilden av lysmasken på bildskärmen? (1p)

c) Styrkan på en lins anges ibland i dioptrier.
Vilket dioptrital har linsen ovan? (1p)

3. En stråle med monokromatiskt ljus får infalla vinkelrätt mot en dubbelspalt (två mycket smala spalter på avståndet $0,60 \text{ mm}$). Bakom spalterna och på ett avstånd av $2,00 \text{ m}$ finns en bildskärm där ett antal ljusmaxima (och ljusminima) kan observeras.
Avståndet mellan det centrala maximum som orsakas av det ljus som går rakt fram genom spalterna och det andra minimumet (beläget mellan första och andra sidomaximumet) uppmättes till $3,0 \text{ mm}$.

Hur stor är ljusvåglängden? (3p)

4. En viss fotocell består av två elektroder (metallbleck av samma material, utträdesarbetet är $2,5 \text{ eV}$) inneslutna i en evakuerad glasbehållare. När vi sänder monokromatiskt ljus mot ena elektroden (emittern) flyter en ström av elektroner genom cellen. Strömmen genom cellen kan strypas genom att lägga en spärrespänning mellan elektroderna

Hur stor är våglängden på ljuset som belyser emittern om man vet att det fordras en spänning på $1,5 \text{ V}$ för att nätt och jämnt göra cellen strömlös? (3p)

5. Som bekant kan man få resonans för vissa frekvenser hos en spänd sträng. Antag att två sådana frekvenser är 80 Hz och 120 Hz och att det inte finns någon resonansfrekvens mellan dessa värden. Vågutbredningshastigheten på strängen är 48 m/s

a) Hur stor är grundfrekvensen?

b) Hur lång är strängen? (3p)

6. Energin hos den kortvågigaste fotonen i väteatomens Balmerserie är $3,4 \text{ eV}$.

a) Vilken energi (uttryckt i eV) har den långvågigaste fotonen i Balmerserien?

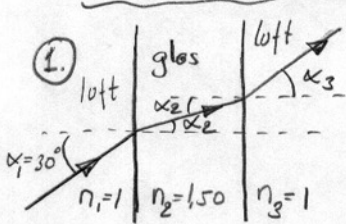
b) Vilken våglängd har den energifattigaste fotonen i Lymanserien?

c) Vilken våglängd har den energirikaste fotonen i Lymanserien?

Lymanserien innebär övergångar till $n = 1$

Balmerserien innebär övergångar till $n = 2$

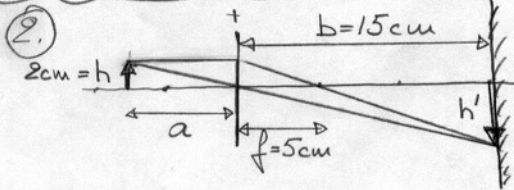
(3p)



$\lambda_{\text{luff}} = 589 \text{ nm}$; $\lambda_{\text{glas}} = \frac{\lambda_{\text{luff}}}{n_2} = 393 \text{ nm}$

b) $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2 \Rightarrow 1 \cdot \sin 30^\circ = 1,50 \sin \alpha_2 \Rightarrow \alpha_2 = \arcsin \frac{1}{3} = 19,5^\circ$

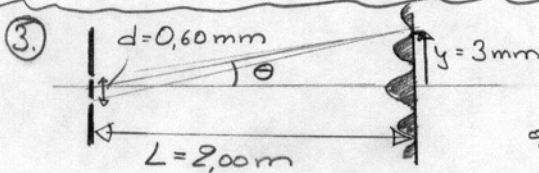
c) $n_2 \sin \alpha_2 = n_3 \sin \alpha_3 \Rightarrow \alpha_3 = 30^\circ$



a) $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{a} = \frac{1}{5} - \frac{1}{15} \Rightarrow a = 7,5 \text{ cm}$

b) $\frac{h'}{h} = \frac{b}{a} \Rightarrow h' = \frac{15}{7,5} \cdot 2 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$

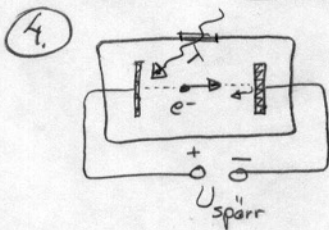
c) $D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,05} = 20$



$d \sin \theta = \frac{3}{2} \lambda$

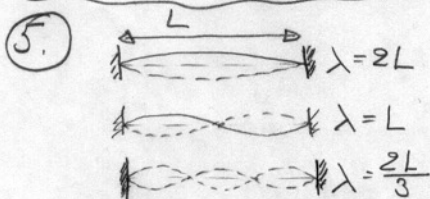
$\theta \text{ litet} \Rightarrow \sin \theta \approx \tan \theta = \frac{y}{L}$

$\therefore \frac{d \cdot y}{L} = \frac{3}{2} \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{2dy}{3L} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 2,00} = 600 \text{ nm}$



$eU_{\text{spärr}} = \frac{hc}{\lambda} - W_{\text{ot}} \Rightarrow \begin{cases} U_{\text{spärr}} = 1,5 \text{ V} \\ W_{\text{ot}} = 2,5 \text{ eV} \end{cases}$
 $\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = 1,5 \text{ eV} + 2,5 \text{ eV} = 4,0 \text{ eV}$

$\therefore \lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4,0 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ m} = 310 \text{ nm}$



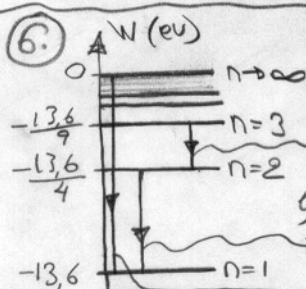
Möjliga våglängder: $\lambda_n = \frac{2L}{n}$; $n = 1, 2, 3, \dots$

Möjliga resonansfrekvenser: $f_n = \frac{v}{\lambda_n} = n \cdot \frac{v}{2L}$

$\therefore$ Differens mellan närliggande resonansfrekvenser: $\frac{v}{2L} = 40 \text{ Hz}$ (enligt uppgift: $120 - 80 = 40$)

a) grundfrekvensen ($n=1$) = $f_1 = \frac{v}{2L} \cdot 1 = 40 \text{ Hz}$

b) $\frac{v}{2L} = 40 \text{ s}^{-1} \Rightarrow (v = 48 \text{ m/s enligt uppgift}) \Rightarrow L = \frac{48}{2 \cdot 40} \text{ m} = 0,60 \text{ m}$



Väkebalansen: $W_n = -\frac{13,6 \text{ eV}}{n^2}$

a) $\frac{hc}{\lambda_{32}} = -\frac{13,6 \text{ eV}}{9} - (-\frac{13,6 \text{ eV}}{4}) = 1,89 \text{ eV}$ (energifattigast fotonen i Balmer-serien)

b) $\frac{hc}{\lambda_{21}} = -\frac{13,6 \text{ eV}}{4} - (-\frac{13,6 \text{ eV}}{1}) = 10,2 \text{ eV}$ (energifattigast fotonen i Lyman-serien) $\Rightarrow \lambda_{21} = \frac{hc}{10,2 \text{ eV}} = 91,2 \text{ nm}$

c) $\frac{hc}{\lambda_{\infty+1}} = 13,6 \text{ eV} \Rightarrow \lambda_{\infty+1} = 91,2 \text{ nm}$ energifattigast i Lyman-serien.