

Tentamen i Optik för F2 (FFY091)

- Examinator: Krystyna Stiller. 772 33 20
Hjälpmedel: Physics Handbook, Tefyma, Mathematics Handbook, Typgodkänd räknare
Godkänt: För godkänt krävs minst 8 poäng, Betyg 4: 12p; Betyg 5: 16p
Rättning: Resultatet kommer att vara klart senast den 2013-03-28
Granskning: Kan ske 2013-04-10 kl 12.00-12.30 i Forskarhuset F4123. Ring 3320 på telefonen vid ingången till korridoren.
-

1A) Vilket/vilka påståenden är sanna och vilka är falska?

- Med hjälp av Snells brytningslag kan man förklara varför himlen är blå.
- Ljus är en longitudinell våg.
- Närsynthet kan bero på att ögonlinsen har fel fokallängd.
- Brewstervinkel är ett begrepp som används för att förklara funktionen hos ett gitter.
- En bild bakom en positiv lins är alltid reell.

Det räcker att du bara anger vad som är sant och vad som är falskt. Korrekta svar på samtliga ovanstående påståenden ger totalt 1 poäng.

1B) När det är mörkt ute syns det ofta dubbla eller tredubbla spegelbilder i fönstret. Vad kan detta bero på?

1p

1C) Enligt Reyleighs upplösningskriterium är våglängden viktig för hur små saker man kan särskilja. För att avbilda atomer kan man använda elektroner istället för ljus. Beräkna våglängden (icke-relativistiskt) för en elektron om en accelerationsspänning av 100 kV används i elektronmikroskopet.

1D) Tyvärr blir inte upplösningen för ett elektronmikroskop i närheten av elektronvåglängden pga. linsfel. Ange vilka de tre vanligaste felen är och beskriv kort vad de innebär.

3p

2. Brytningsindex för ett genomskinligt material varierar beroende på vinkelfrekvensen enligt:

$$n(\omega) = 1,4 + 6,00 \times 10^{-32} \omega^2$$

i SI-enheter. Beräkna fas- och gruppshastighet för ljus när det utbreder sig i detta material. Ljuset har våglängden 650 nm i vakuum.

3p

3. En F2-student, som har läst kursen i optik vill observera interferensen bakom en dubbelspalt med liten spaltbredd och där avståndet mellan spalterna är 5,0 mm. Studenten är medveten om kravet för koherensen mellan strålarna och använder synligt ljus med våglängden 630 nm. Han vill observera interferensmönstret på en skärm som är placerad på ett avstånd som är 0,70 m. Om linjebredden för det använda ljuset är $\Delta\lambda=7\text{nm}$, uppskatta:
- hur många mörka interferensfransar (dvs sådana mellan två ljusa fransar) han högst kan se på skärmen.
 - storleken på spaltbredden så att det inte sker någon utsläckning av fransarna .

4p

4. Solljuset reflekteras mot en isyta som är blank. Solen står i detta fall 20° över horisonten.
- Hur stor är polarisationsgraden för det reflekterade ljuset? Antag att isens brytningsindex är 1,31.
 - Hur stor del av reflexen i a-uppgiften kan maximalt släckas ut med hjälp av ett par polaroidglasögon?

4p

5. Du bygger en enkel undervattenskamera för att fotografera under vattenytan. För kamerans objektiv använder du en bikonvex lins vars båda linsytor har lika stora krökningsradier. Linsens fokallängd i luft är 28 mm och dess brytningsindex är 1,50. Då kameran doppas i vatten ($n=1,33$) blir det vatten på linsens utsida medan det blir luft på linsens insida, mot den fotografiska filmen. Hur stort skall avståndet från linsen till filmen vara om du vill avbilda ett föremål skarpt som är på avståndet 3,0 m från linsen?

4p

LYCKA TILL!

Formella regler: För att få full poäng på tentamensproblem krävs: att uppställda samband motiveras så att lösningsgången lätt kan följas, att samtliga införda symboler definieras, och att rätt svar med rätt enhet anges.

Avsluta alla beräkningsproblem med ett tydligt, inramat **Svar**.

1A samut c, e (obs. bakow)

1B. ppa. rfflakt. från olita gffer

1C) $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$, energi kusen v. $eV = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{\sqrt{2mV}}$
 ide relativ.

för $v = 100 \text{ keV}$ $\lambda = 0,00386 \text{ nm}$

1D. stänst aberration - när elektroner längre från oa bygs 'ner'
 kronvikt - " " - " " med detta energi = väg längd
 diffraktion " " " " bygs olita nygler
 säll aperture ges diffraktion

② $n = 1,40 + 6 \cdot 10^{-32} \omega^2$ $\lambda = 650 \text{ nm}$ $f = \frac{c}{\lambda} = 4,6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

$\omega = 2\pi f \Rightarrow n = 1,40 + 6 \cdot 10^{-32} (2\pi \cdot 10^5)^2 = 1,909$

$v = \frac{c}{n} = \frac{1,575 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,909} = \frac{1}{1,909} \frac{c}{n}$
 $v = \frac{dv}{dk} = \frac{dE}{d\omega} = \frac{d(\hbar\omega)}{d\omega} = \frac{\hbar}{\hbar + \frac{d\hbar}{d\omega}}$

$\frac{dv}{d\omega} = 2 \cdot 6 \cdot 10^{-32} = 2,48 \cdot 10^{-16}$

$v_g = \underline{1,03 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$

③ $f = \frac{c}{\lambda}$ $\Delta f = \frac{c \Delta \lambda}{\lambda^2}$

konvergens längd $\Delta l_c = \frac{c}{\Delta f}$

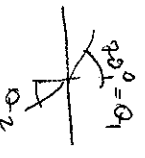
Krav $\Delta l_c \geq \text{vägställnadeg}$ mellan strålar (Δs = dsinθ)
 för gusa fassor $\Delta s = m\lambda$

$\Delta l_c \geq m\lambda \Rightarrow \frac{c}{\Delta f} \geq m\lambda \Leftrightarrow \frac{c}{\frac{c}{\lambda}} \geq m\lambda \Rightarrow \frac{c}{\lambda} \geq m\lambda$

x) antalet gusa fassor = $90 + 1 + 90 \Rightarrow$ ant värlta = 180

b) $d \sin \theta = m\lambda \Rightarrow \theta \approx 1,3^\circ$ - interferens = 1:0
 diffrakt. min $b \sin \theta = \lambda \Rightarrow b \approx 28 \mu\text{m}$

④



a) $1 \sin \theta_0 = n \sin \theta_2 \Rightarrow \theta_2 = 45,83^\circ$

Fresnel

$\frac{I_{\theta_1}}{I_{\theta_1}} = R_1 = \frac{\sin^2(\theta_1 - \theta_2)}{\sin^2(\theta_1 + \theta_2)} = 0,2069 \Leftrightarrow 20,69\%$

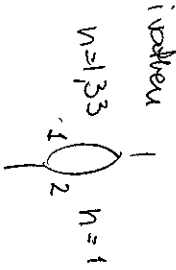
$\frac{I_{\theta_2}}{I_{\theta_1}} = R_2 = \frac{\tan^2(\theta_1 - \theta_2)}{\tan(\theta_1 + \theta_2)} = \Leftrightarrow 4,72\%$

$R = \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2} = \frac{0,2069 - 0,063}{0,2069 + 0,063} \Leftrightarrow 81\%$

b) antalet som ströcker $x = \frac{0,2069}{0,2069 + 0,063} \Leftrightarrow 81\%$

⑤ $f = 28 \text{ mm}$ $n = 1,5$

$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) = (n-1) \frac{2}{R}$
 $R = 2f(n-1) = 28 \text{ mm}$



$\frac{n_1 + n_2}{a} = \frac{n_2 - n_1}{R}$

gfa 1 $\frac{1,33}{3,0} + \frac{1,5}{b} = \frac{1,5 - 1,33}{0,028} \Rightarrow b = 0,2665 \text{ m}$

gfa 2 $\frac{1,5}{-0,2665} + \frac{1}{b_1} = \frac{1 - 1,5}{-0,028} \Rightarrow b_1 = 43 \text{ mm}$