

Tentamen i Optik för F2 (FFY091)

- Examinator: Krystyna Stiller. 772 33 20 eller mobil 073-3163125
Hjälpmedel: Physics Handbook, Tefyma, Matematics Handbook, Typgodkänd räknare
Godkänt: För godkänt krävs minst 8 poäng, Betyg 4: 12p; Betyg 5: 16p
Rättning: Resultatet kommer att vara klart senast den 2013-02-08
Granskning: kan ske 2013-02-14 kl 12.00-12.30 i forskarhuset F4123. Ring telefonen vid ingången till korridoren 3320

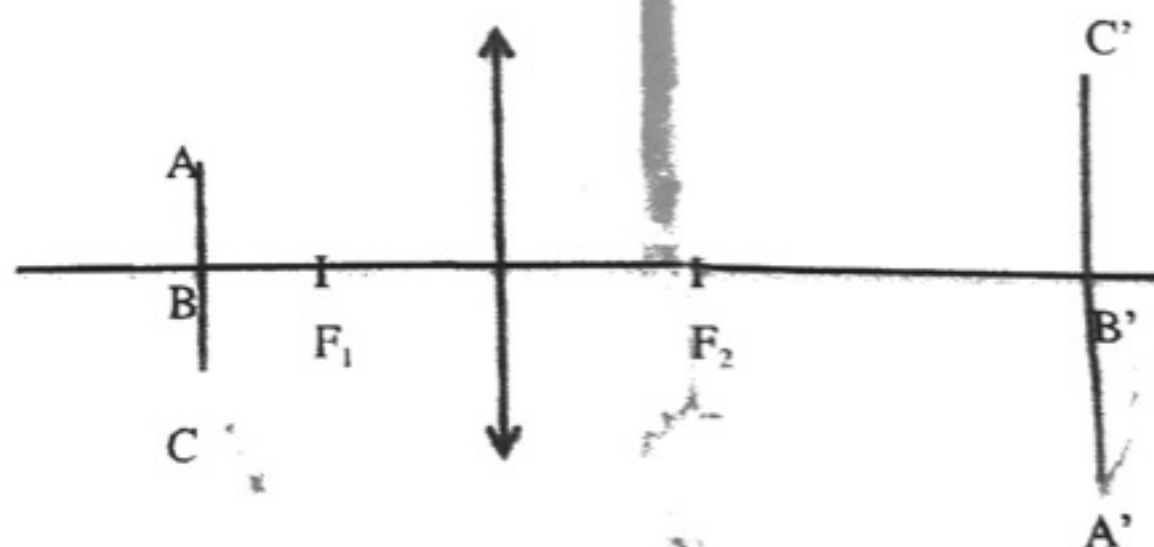
1. Vilka fenomen bidrar till :

- A) att man kan minimera det bländande solljuset som reflekteras från vatten
- B) att man observerar en regnbåge

1. C) Nedanstående figur visar ett föremål ABC framför en lins. Vad händer med bilden A'B'C' som uppstår bakom linsen om den övre halvan av linsen täcks med en pappskiva?

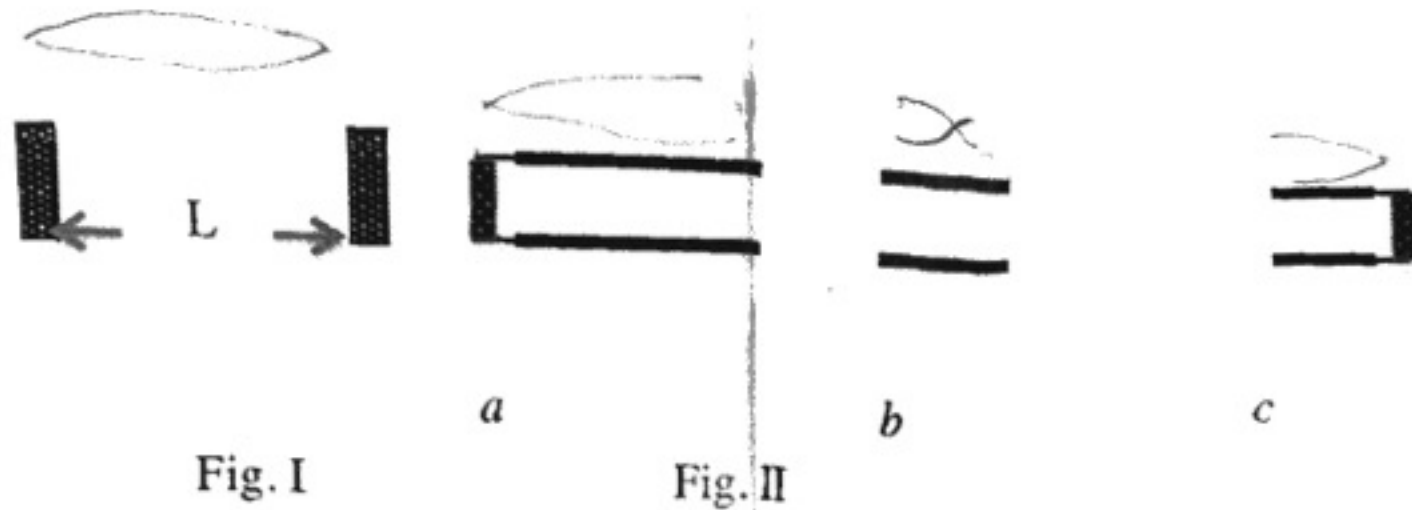
- a) ~~A'B' försvinner.~~
- b) ~~B'C' försvinner.~~
- c) Ingen del av bilden försvinner.
- d) Bilden blir ljussvagare.
- e) ~~Bilden blir inte ljussvagare.~~
- f) ~~Bilden flyttas dubbelt så långt bort från linsen.~~
- g) Bilden flyttas inte.

Motivera bland annat med hjälp av en bildkonstruktion.



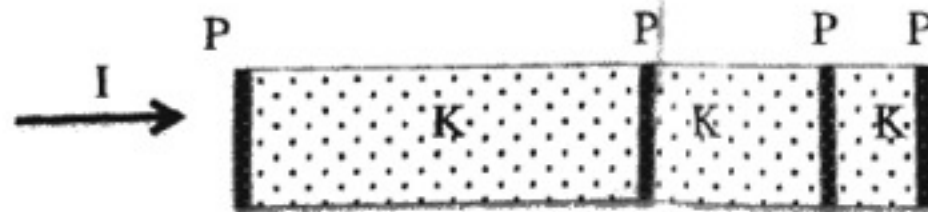
1. D. Om en diamant skall gnistra måste även baksidan vara ren från fett, olja etc.
Varför?

2. Figur I visar två perfekta speglar på ett avstånd L från varandra. Figur II *a*, *b*, och *c* visar liknande anordningar, med respektive längder L , $L/2$ och $L/2$, men med ett annat antal speglar. Ett ljusknippe skickas mellan de två speglarna i figur I så att det träffar spegelytan vinkelrätt. Den resulterande elektromagnetiska vågen har då en grundfrekvens. I vilken/vilka anordningar i figur II skulle en sådan elektromagnetisk våg orsaka resonans? Vilken svängningsmod (det vill säga m) kommer den i så fall att ha?



4p

3. Fyra polarisatorer (P) och tre kvartsplasser (K) placeras efter varandra enligt figuren nedan. Den optiska axeln för plattorna är vinkelrät mot den infallande vågen "I". Den första plattan bildar vinkel 45° med den första polarisatorns genomsläppsriktning. De tre efterföljande polarisatorer har samma genomsläppsriktningar som den första och de två efterföljande plattorna är orienterade på samma sätt som den första. Anordningen är byggd för att släppa igenom våglängden $682,5 \text{ nm}$ med maximal intensitet. Tjockleken på kvartsplasserna är $1,8 \text{ mm}$, $0,9 \text{ mm}$ och $0,45 \text{ mm}$. Vad är den kortaste våglängden inom det synliga området som släpps igenom med maximal intensitet? Bortse från både reflektions- och absorptionsförluster i anordningen och använd $n_o = 1,5442$ och $n_{e0} = 1,5533$.

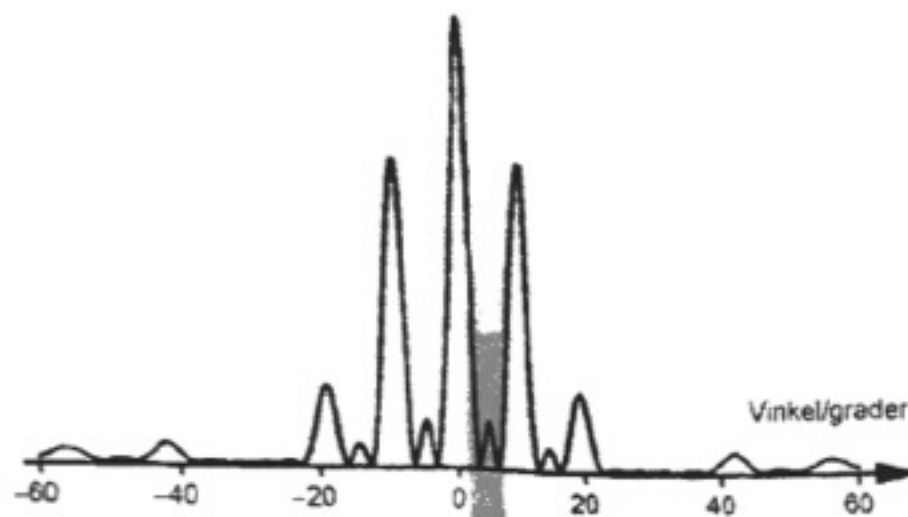


4p

4. I ett döddämpat mätrum sitter fem olika stora högtalare monterade på en rät linje och på samma avstånd från varandra. Rakt framför högtalarna finns en vridbar mikrofon som registrerar ljudet. Högtalarna kan var för sig anslutas till en tongenerator som avger frekvensen $17,0 \text{ kHz}$. I figuren nedan visas intensiteten som funktion av

mikrofonvinkeln under en experimentell upptagning. Vid beräkningar kan du sätta ljudets fart i luften till 340 m/s.

- Hur många högtalare var inkopplade vid upptagningen?
- Hur stort var avståndet mellan högtalarna?
- Uppskatta högtalarnas effektiva diameter.



4p

5. Den spontana emissionen hos en gaslaser sker inom ett $3,0 \times 10^9$ Hz brett frekvensområde. Det fria spektralområdet (eng. free spectral range) hos laserljuset är $3,75 \times 10^8$ Hz. För att göra ljuset mer monokromatiskt dvs enbart få en frekvensmod låter man laserstrålen passera en Fabry-Perot-interferometer.
- Vad är längden på laserkaviteten?
 - Hur många frekvensmoder skickar lasern ut?
 - Om ljusets koherenslängd skall vara större än 1,0 m vad skall avståndet mellan plattorna i interferometern då vara?
Antag $n \approx 1$

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.

övar omtent 2013-01-12

①

- 1A - polarisation
- 1B - reflektion, brytning, dispersion
- 1C - sant: c, d, g
- 1D - total reflektion beroende av n'

- ② resonans frekvenser i I $f_s = \frac{mc}{2L} \Rightarrow \{m=1\} f_{s1} = \frac{c}{2L}$
- a) $f_a = \frac{c(2m+1)}{4L_a}$ ($L_a = L$) - ingår resonans
- b) $f_b = \frac{mc}{2L_b}$ ($L_b = \frac{L}{2}$) - " -
- c) $f_c = \frac{2m+1}{4L_c}$ ($L_c = \frac{L}{2}$) om $m=1$ $f_{c1} = \frac{c}{2L}$ OK

- ③ kvartsplattor fungerar som λ -plattor om ljuset skall ha max intensitet då det passerar omedelbart har fasförskjutning = $m \cdot 2\pi \Rightarrow$
- $$d = \lambda \frac{m}{n_0 - n_{e0}}$$

Platta 1 $m_1 = \frac{d |n_0 - n_{e0}|}{\lambda} = 24$

Platta 2 $m_2 = \frac{m_1}{2} = 12$

3 $m_3 = \frac{m_1}{4} = 6$

Andra våglängder som passerar platta 3

$$m_3 \lambda = m_3' \lambda_1$$

$$\lambda_1 = \frac{m_3}{m_3'} \cdot \lambda$$

$$m_3' = 7 \Rightarrow \lambda_1 = 585 \text{ nm}$$

$$m_3' = 10 \Rightarrow \lambda_1 = 409,5 = \lambda_{\text{min}}$$

④ antal bimax = $N-2$ här 1 bimax $\Rightarrow N=3$

⑤ huvudmax då $d \sin \theta_1 = m \lambda$ $m=4 \Rightarrow \theta_1 = 42^\circ$
 $d \sin \theta_1 = 4 \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow d = 12 \text{ nm}$

c) högtalare diam. ? Första diffrakt. min då

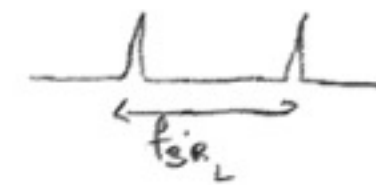
$$D \sin \theta = 1,22 \lambda =$$

1:a min sammanfaller med 3-die interf max
 $\sin \theta = \frac{3\lambda}{D} = \frac{1,22\lambda}{D} \Rightarrow D = 4 \text{ nm}$

⑤

$$\Delta f_{\text{se}_L} = \frac{c}{2L} = 3,75 \cdot 10^8$$

$$\Delta f_{\text{FS}} = 3 \cdot 10^9 \text{ Hz}$$



$$f_L = \frac{mc}{2L} \Rightarrow$$

$$L = \frac{c}{2 \cdot 3,75 \cdot 10^9} = 0,4 \mu\text{m}$$

Antal möjligheter inom $3 \cdot 10^9 \text{ Hz}$

$$\frac{\Delta f_{\text{FS}}}{\Delta f_{\text{se}_L}} = 8$$

Fabry Perot

$$\Delta f_{\text{FP}} = \frac{c}{2d}$$

om $\Delta f_{\text{FP}} > 3 \cdot 10^9$ bara en mod

$$d < \frac{c}{\Delta f_{\text{FP}}} = 0,05 \mu\text{m} - \text{ger single mod}$$

uppställning av kohärenslängd

$$\text{här nodet } \Delta l_L = \frac{c}{\Delta f_{\text{se}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{3,75 \cdot 10^9} = 0,8 \mu\text{m}$$

en mod $\Delta l_L \gg 0,8 \mu\text{m}$. (för möjligt ser ut)