

Tentamen i Optik för F2 (FFY091)

Lärare: Bengt-Erik Mellander, tel. 772 3340

Hjälpmedel: Typgodkänd räknare, Tefyma, Physics Handbook, Mathematics Handbook.

Poänggränser: Betyg 3: 8,0-11,5 p; Betyg 4: 12,0- 15,5 p; Betyg 5: 16,0-20,0 p

Förslag på lösningar till tentan anslås vid Fysikums entré efter skrivningstidens slut.

Rättningsprotokollet anslås i Fysikums entré 00-09-11.

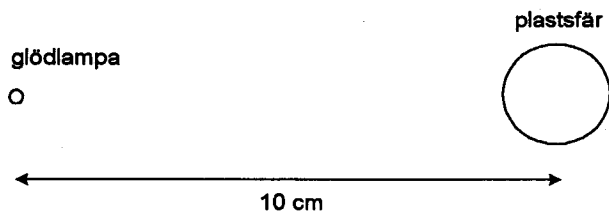
Granskning kan ske 00-09-11 kl. 12.15-12.45 i sal FL11.

1. Beskriv i detalj:

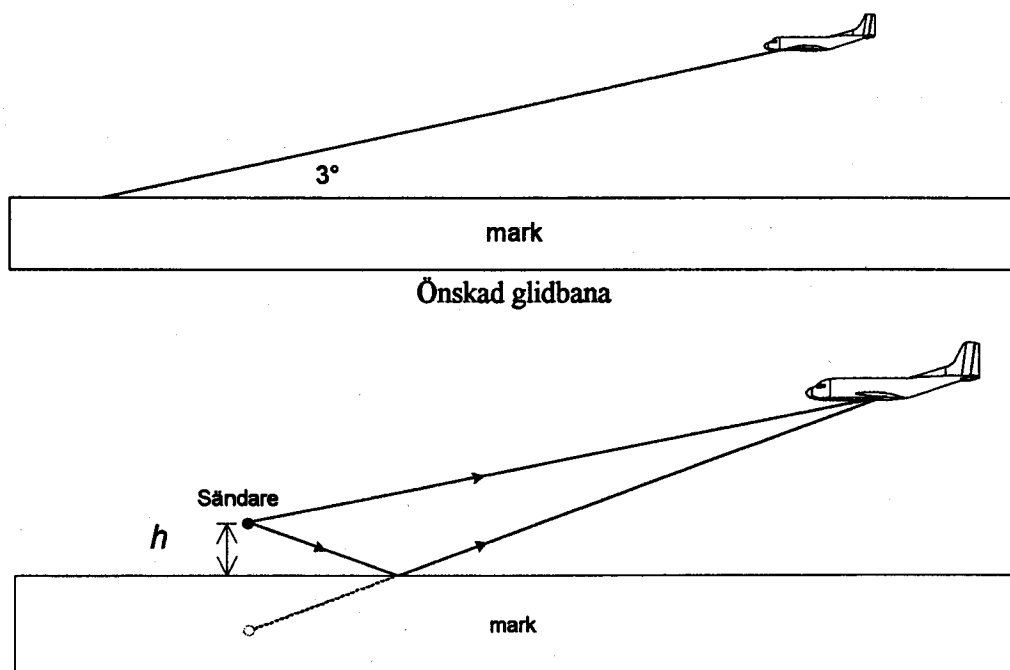
- Hur kan man bestämma mängden socker i en sockerlösning med hjälp av sockrets optiska aktivitet? Rita även en figur över försöksupställningen. (2p)
- Hur är ljus polariserat efter spridning mot mycket små partiklar ($<\lambda$) i atmosfären? (2p)

2. En opolariserad ljusstråle i luft infaller mot en plan diamantyta ($n = 2,42$) under Brewstervinkeln. Hur stor del av den infallande intensiteten reflekteras? (4p)

3. En genomskinlig plasticsfär har radien 1,0 cm och brytningsindex 1,4. En liten glödlampa är placerad 10 cm från sfärens centrum. Var hamnar bilden av glödlampan? (4p)

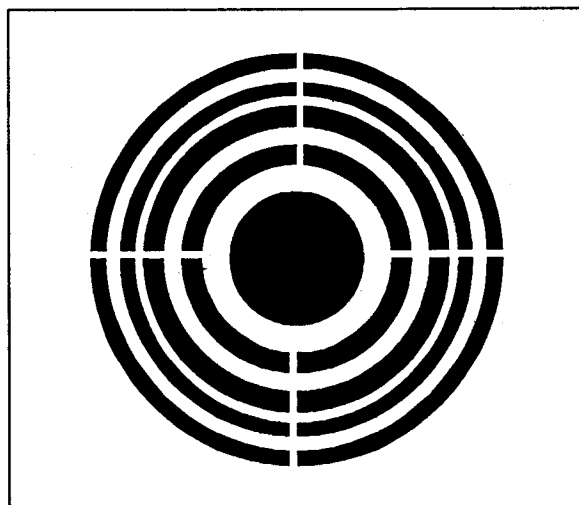


4. Då flygplan skall landa på en viss flygplats skall piloterna följa en "glidbana" som har en vinkel på $3,0^\circ$ mot markytan. För att hjälpa piloterna att hålla rätt höjd har en radiosändare placerats i en mast på höjden h över (den elektriskt ledande) markytan. Radiovågorna kan nå flygplanet på två vägar, de kan antingen gå direkt från sändaren till flygplanet eller gå från sändaren till flygplanet efter en reflektion mot markytan, se figuren på nästa sida. Om radiovågor som gått via de två vägarna interfererar konstruktivt kan man i flygplanet detektera en stark radiosignal, interferensfenomenet liknar alltså det i Lloyds spegelförsök. Hur högt över markytan skall sändaren sitta (d.v.s. höjden h) om piloten skall detektera en stark signal då flygplanet ligger just på glidbanan och en svagare signal för alla höjder under glidbanan? Radiovågornas frekvens är 0,32 GHz. (4p)



Radiovågornas utbredning. Den reflekterade vågen tycks alltså komma från sändarens "spegelbild".

5. Istället för att köpa en dyr parabolantenn när man vill titta på satellitsända TV-program kan man istället (åtminstone i princip) använda en mycket billig anordning,. Man klistrar helt enkelt aluminiumfolie på en pappskiva och sedan skär man ut ett hål i mitten med radien 17.05 cm, och sedan en ring med innerradie 24.2 cm och ytterradie 29.7 cm, en ring med innerradie 34.5 cm och ytterradie 38.7 cm, en ring med innerradie 42.5 cm och ytterradie 46.1 cm och slutligen en ring med innerradie 49.4 cm och ytterradie 52.6 cm, se bilden nedan där "svart" betyder utskurna delar. På bilden syns också tunna vita "ekrar", de finns endast där för att hålla ihop plattan och i denna uppgift kan vi anta att "ekrarna" är oändligt tunna. Plattan riggas upp så att ringarnas mittpunktsnormal pekar mot satelliten och man placerar mikrovågsmottagaren (den som sitter i parabolantennens fokus i vanliga fall) 1.0 meter bakom plattan. Plattan med de utskurna ringarna förstärker alltså signalen som kommer in mot mottagaren. Mottagaren antas vara punktförmig och befinna sig på mittpunktsnormalen till ringarna. Hur många gånger större blir intensiteten med denna platta jämfört med om plattan inte hade varit placerad framför mikrovågsmottagaren? Våglängden som satelliten sänder ut är 10.4 GHz. (4p)



(2)

Diamant

Brewstervinkel: $\tan i = \frac{n_2}{n_1}$

$$\Rightarrow \tan i = 2,42$$

$$i = 67,55^\circ$$

$$\Rightarrow b = 90 - 67,55 = 22,45^\circ$$

Fresnels formler:

(inget // - bidrag ty Brewstervinkel)

$$\frac{A_{r\perp}}{A_{i\perp}} = -\frac{\sin(i-b)}{\sin(i+b)} = -0,71$$

$$\frac{I_{r\perp}}{I_{i\perp}} = (-0,71)^2 = 0,50$$

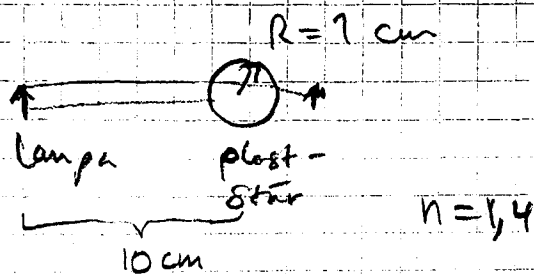
$$I_{in} = I_{i\perp} + I_{i\parallel} = 2I_{i\perp}$$

↑
like (opol)

$$\text{Totalt: } \frac{I_r}{I_i} = \frac{I_{r\perp}}{2I_{i\perp}} = \frac{0,5}{2} = 0,25$$

Styr 25%

3



Descartes formel för böjning i sfäriska yta (2 sgr)

$$\frac{1}{g} + \frac{1,4}{a_2} = \frac{1,4 - 1}{1} = 0,4$$

$$\Rightarrow \frac{1,4}{a_2} = 0,4 - \frac{1}{g}$$

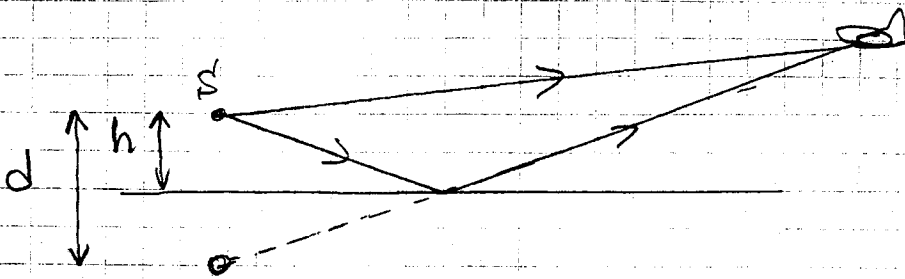
$$a_2 = 4,85 \text{ cm (till höger om sfären)}$$

$$-\frac{1,4}{-2,85} + \frac{1}{a_3} = \frac{1 - 1,4}{-1} = +0,4$$

$$a_3 = \frac{1}{+0,4 + \frac{1,4}{2,85}} = +1,12 \text{ cm}$$

Svar 1,1 cm till höger om sfärens högra yta.

④



Samma geometri som for dubbelspalten
men en refleksjon mot tettere medium
for ene strålen

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,32 \cdot 10^9} = 0,94 \text{ m}$$

$$\frac{1}{2} \lambda = d \sin \theta \quad \text{Ligste flygveie for max}$$

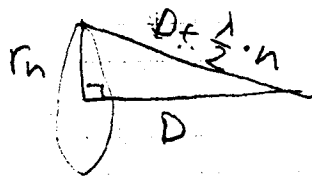
$$d = 2h$$

$$\Rightarrow h = \frac{\lambda}{4 \sin \theta} = \frac{0,94}{4 \cdot \sin 30^\circ} = 4,5 \text{ m}$$

Svar: 4,5 m

5

Fresnels zon-platta



$$\lambda = \frac{c}{v} = \frac{3 \cdot 10^8}{10,4 \cdot 10^9} = 0,028 \text{ m}$$

$$r_n^2 + D^2 = D^2 + n \lambda D + \frac{\lambda^2}{4} n^2$$

$$r_n^2 = n \lambda D + \frac{\lambda^2}{4} n^2$$

(Bör summeras (bland) men inte här.)

$$\Rightarrow r_1 = 17,05 \text{ cm}$$

$$r_2 = 24,2 \text{ cm}$$

$$r_3 = 29,7 \text{ cm}$$

$$r_4 = 34,5 \text{ cm}$$

$$r_5 = 38,7 \text{ cm}$$

$$r_6 = 42,5 \text{ cm}$$

$$r_7 = 46,1 \text{ cm}$$

$$r_8 = 49,4 \text{ cm}$$

$$r_9 = 52,6 \text{ cm}$$

Alltså är 5 Fresnelzoner "överskippade"

Utän platta: $a = \frac{1}{2} a_1 \Rightarrow I_0 \sim \frac{a_1^2}{4}$

$$a = |a_1| - |a_2| + |a_3| - |a_4| + \dots$$

för 5 bidrag från udda zoner $a \approx 5a_1$

$$\Rightarrow I \sim 25 a_1^2$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{25}{\frac{1}{4}} = 100$$

Svar 100 ggr