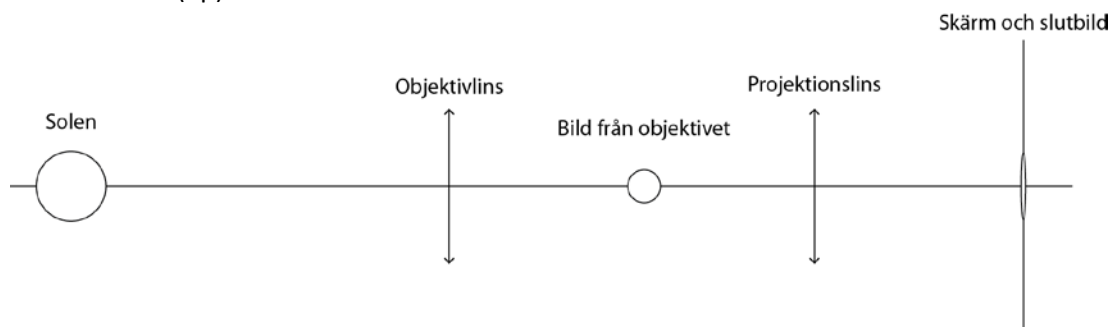


# Tentamen Optik, FYSA11, 2012-05-25

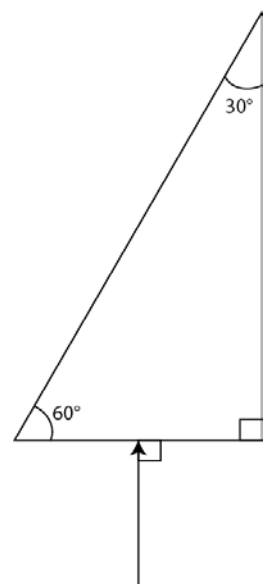
Hjälpmedel: TEFYMA, formelsamling, linjal, fickräknare och bifogat formelblad.

Glöm inte att beskriva hur du kommer fram till dina svar. Även delvis lösta uppgifter kan ge poäng.

- Den 6 juni i år kan vi se vår livstids sista venuspassage, dvs att Venus passerar framför solen. Lisa tänker besöka Lunds observatorium för att följa denna händelse, och då använda deras solteleskop. Figuren visar en mycket förenklad skiss av instrumentet. Eftersom det är skadligt för ögonen att titta mot solen med ett vanligt teleskop eller en kikare, så skapar solteleskopet en reell bild på en skärm. På liknande sätt som för ett vanligt teleskop har man dock två linser – en objektivlins som skapar en bild som i sin tur avbildas på skärmen med hjälp av en projektlins. Solens diameter är  $1,4 \cdot 10^6$  km och avståndet mellan jorden och solen är  $1,5 \cdot 10^8$  km
  - Objektivlinsen har en brännvidd på 4,0 m. Var hamnar bilden av solen som skapas i objektivlinsen och hur stor är den? (2p)
  - Projektlinsen har en brännvidd på 50 cm. Var ska projektlinsen och skärmen placeras (i förhållande till objektivbilden) för att bilden av solen på skärmen ska ha en diameter på 50 cm? Är bilden rättvänd? (2p)
  - Rita ett stråldiagram över den andra avbildningen och kontrollera att det stämmer överens med resultatet i b. (2p)



- Kalle är översynt och har glasögon som flyttar hans närgräns från 2,0 m till 25 cm. Vilken brytningsstyrka har glasögonen och vad motsvarar det för brännvidd? (2p)
- Figuren till höger visar ett 30°-60°-90°-prisma och en stråle som kommer in vinkelrätt mot den kortaste sidan. Räkna upp alla strålar som lämnar prismet och bestäm deras riktningar. Prismats brytningsindex är 1,5 och det omgivande mediet är luft. (5p)
- Beskriv hur en regnbåge uppstår. Se till att din beskrivning inkluderar en beskrivning av vilken färg som är överst resp. underst och varför det är så. (3p)



- Härled formeln för brytning i sfäriska ytor,  $\frac{n_a}{s} + \frac{n_b}{s'} = \frac{n_b - n_a}{R}$ . (4p)



## Extra formelblad i optik

Optisk väglängd:

$$L = n \cdot x; \text{ där } x \text{ är den geometriska väglängden}$$

Brytningslagen:

$$n_a \sin \alpha = n_b \sin \beta$$

Gauss formel för tunna linser eller speglar:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

Newtons formel för tunna linser eller speglar:

$$p = \frac{qf}{q-f} \text{ och } q = \frac{pf}{p-f}$$

Lateral förstoring i tunna linser eller speglar:

$$M = \frac{y_q}{y_p} = -\frac{q}{p}$$

Brytning i sfärisk yta:

$$\frac{n_p}{p} + \frac{n_q}{q} = \frac{n_q - n_p}{R}$$

Linsmakarformeln:

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Vinkelförstoring med korrekt inställt teleskop:

$$G = -\frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

Vinkelförstoring med korrekt inställt mikroskop:

$$G = -\frac{L\sigma}{f_{ob}f_{ok}}$$

# Förslag på lösningar till räkneuppgifterna från tentamen i optik, FYSA11, 2010-05-28

5 januari 2013

1a)

Solen kan, vid beräkning av avståndet mellan objektiv och bild, antas vara oändligt avlägsen. Bilden hamnar då i brännpunkten, dvs 4 m från objektivlinsen. Förstoringen ges av

$$m = -\frac{s'}{s} = -\frac{4 \text{ m}}{1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}} = -\frac{4}{1,5} \cdot 10^{-11} \quad (1)$$

där minustecknet visar att bilden är omvänd. Bildens diameter,  $y'$ , ges då, med  $y = \text{solens omkrets} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ km}$ , av

$$y' = my = -\frac{4}{1,5} \cdot 10^{-11} \cdot 1,4 \cdot 10^9 \text{ m} = -3,467 \cdot 10^{-2} \text{ m} = -3,5 \text{ cm} \quad (2)$$

b)

Slutbilden ska ha en diameter på 50 cm vilket innebär att projektlinsen behöver en förstoring på

$$|m_p| = \left| \frac{50}{3,467} \right| = \left| \frac{-s'_p}{s_p} \right| \quad (3)$$

vilket också ska vara förhållandet mellan avstånden projektlins-skärm och projektlins-objektivbild, dvs

$$s'_p = \frac{50}{3,467} s_p \quad (4)$$

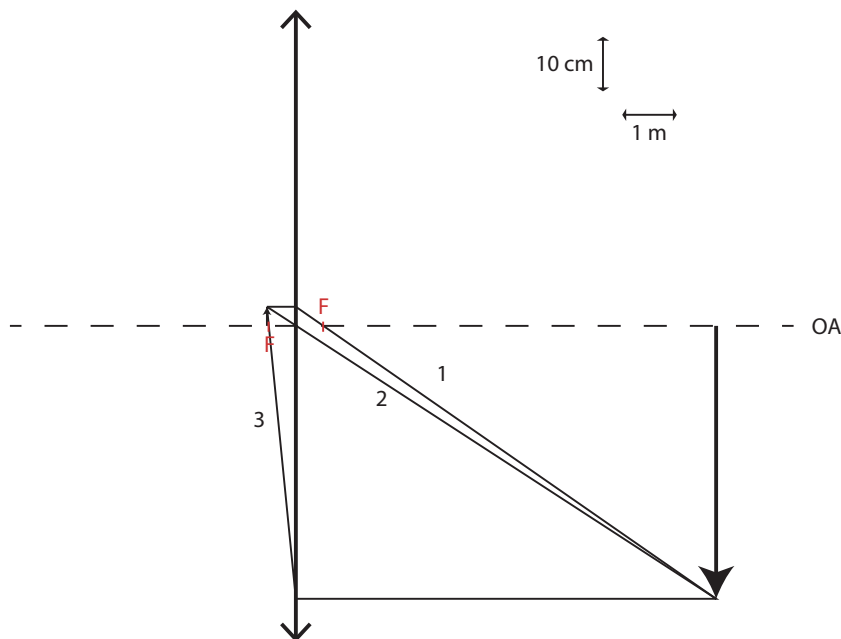
Vi får då

$$\frac{1}{f_p} = \frac{1}{s_p} + \frac{1}{s'_p} = \frac{1}{s_p} + \frac{1}{\frac{50}{3,467} s_p} = \frac{1}{s_p} + \frac{3,467}{50} = \frac{53,467}{50} \quad (5)$$

$$s_p = \frac{53,467}{50} f_p = \frac{53,467}{50} \cdot 50 = 53,467 \text{ cm} \approx 53 \text{ cm} \quad (6)$$

$$s'_p = \frac{50}{3,467} \cdot 53,467 = 771,08 \text{ cm} \approx 7,7 \text{ m} \quad (7)$$

Bilderna kommer ha vänts i båda linserna, så slutbilden blir rättvänd.



Figur 1:

c)

Se Figur 1. Eftersom avståndet mellan bilden och linsen är mycket större än storleken på bild resp. objekt har jag valt att använda olika skalor i parallellt med resp vinkelrätt mot optiska axeln. Stråle 1 kommer in mot linsen parallellt med OA och bryts därför genom brännpunkten. Stråle 2 går genom centrum på linsen och bryts därför inte. Där dessa strålar möts skapas bilden och genom att mäta avstånden i bilden kan jag konstatera att det stämmer perfekt med svaren i b-uppgiften, eftersom jag har ritat med hjälp av datorn och därmed får det helt rätt. På en tenta måste du mäta och rapportera de olika avstånden och kommentera huruvida det stämmer tillräckligt bra eller inte. Stråle 3 går in via brännpunkten till vänster och lämnar därmed linsen parallellt med optiska axeln. Eftersom avståndet mellan objektet och brännpunkten är så litet hade det dock varit väldigt svårt att rita in den strålen för hand utan att först ta reda på var bilden ska hamna. Alltså går den inte att använda för att kolla så att b-uppgiften är korrekt.

2)

Ett objekt på 25 centimeters avstånd ( $s = 0,25$  m), ska av glasögonen ge en bild på 2 m avstånd ( $s' = -2$  m). Med hjälp av Gauss linsformel och definitionen av brytningsstyrka får vi då

$$B = \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{2} = 4 - 0,5 = 3,5 \text{ D} \quad (8)$$

$$f = \frac{1}{B} = \frac{1}{3,5} = 0,2857 \text{ m} \approx 29 \text{ cm} \quad (9)$$

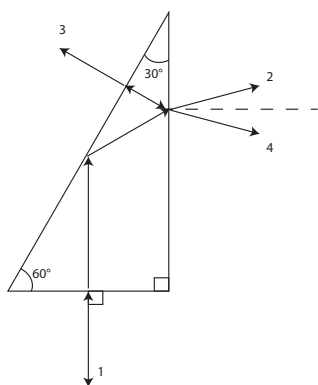
3)

När strålen träffar prismet går större delen in i prismet medan en del reflekteras rakt tillbaka (1). Det som går in i prismet kommer fortsätta i samma riktning eftersom infallsvinkeln, och därmed utfallvinkeln, är  $90^\circ$ . Strålen kommer därefter träffa långsidan av prismet med en infallsvinkel på  $60^\circ$ , vilket är större än kritiska vinkeln för totalreflektion. Hela strålen kommer därmed reflekteras mot den mellanlänga sidan som träffas med en infallsvinkel på  $30^\circ$ . En del av strålen (2) kommer då gå ut genom ytan och brytas till en utgångsvinkel enligt

$$n_a \sin \theta_a = n_b \sin \theta_b \quad (10)$$

$$\theta_b = \arcsin \left( \frac{n_a}{n_b} \sin \theta_a \right) = \arcsin \left( \frac{1,5}{1} \sin 30^\circ \right) = \quad (11)$$

där stråler går ovanför normalen. En del av strålen kommer istället reflekteras mot den långa sidan igen, men nu med en infallsvinkel på  $90^\circ$ . Större delen av strålen kommer därför fortsätta i samma riktning ut ur prismet (3), medan lite kommer reflekteras samma väg tillbaka. I mötet med den mellanlänga sidan kommer större delen lämna prismet med samma vinkel som  $\theta_b$  ovan, fast denna gången på undersidan av normalen. Resten reflekteras mot långsidan där den återigen totalreflekteras och träffar kortsidan med  $90^\circ$  vinkel. Den del som går genom ytan sammanfaller därmed med den första reflekterade strålen medan den del som reflekteras sammanfaller med inkommande stråle. Vi får alltså fyra strålar ut ur prismet enligt figur 2.



Figur 2: