

Svar till Tentamen i Vågor och partiklar, SK1131, 24 maj 2011

1. $p + i = 760$ mm. De två avbildningsfallen är symmetriskt placerad mellan objekt och bild. Det innebär att om linsförflyttningen är 200 mm blir $p = 280$ mm och $i = 480$ mm, eller tvärtom. Du kan placera en konvex lins på två olika platser mellan ljuskällan och skärmen och få en skarp bild av ljuskällan.

a. Med linsformeln får du då att $f = 176.8$ mm.

b. $m = -i/p$, dvs. 1.71 resp. 0.58. (minustecknet ger bara orienteringen, dvs. en inverterad bild)

2. Fasen för stråle I efter reflexen: π

Stråle II går två ggr. genom filmen med tjockleken d . Fasen för vågen blir då när den kommer ut: $\frac{2\pi n}{\lambda} 2d$. Vi

har fallet konstruktiv interferens för strålarna, dvs. $II-I = m2\pi$. Detta ger $d = \frac{\lambda(2m+1)}{4n}$. Ansätt en grön våglängd, tex. 550 nm, med $m = 0$ blir $d = 74$ nm.

b. för $m = 1$ blir $d = 222$ nm.

3. a. Kritiska vinkeln i fibern $\theta = \arcsin(n_m/n_c) = \arcsin(1.46/1.48) \approx 80,6^\circ$

b. Malus lag säger $P_{ut} = P_{in} \cos^2 \alpha$. Vi skall alltså vrida polarisatorn vinkeln $\alpha = \arccos \sqrt{\frac{1}{3}} \approx 54,7^\circ$

4. Använd gitterekvationen, $m\lambda = d \sin \theta$, för $m = 1$. Differentiering, med θ i radianer, ger $\Delta\lambda = d \cos \theta \Delta\theta$.

Detta kan skrivas om som $\Delta\lambda = d\sqrt{1 - \sin^2 \theta} \Delta\theta = d\sqrt{1 - (\lambda/d)^2} \Delta\theta$, vilket ger $d = \sqrt{\lambda^2 + (\Delta\lambda/\Delta\theta)^2}$.

Med $\Delta\lambda = 3$ nm, $\Delta\theta = 1,2^\circ = 0,0209$ rad och $\lambda = 544.5$ nm (medelvåglängden) blir $d \approx 563$ nm.

5. I en tvådimensionell oändlig potentialbrunn är energinivåerna:

$$E_{n_x, n_y} = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} \right), n_i = 1, 2, 3, \dots$$

I detta fall är $2L_x = L_y = 700$ pm. Energinivåerna blir då

$$E_{n_x, n_y} = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{4n_x^2 + n_y^2}{4L_x^2} \right), n_i = 1, 2, 3, \dots$$

Grundtillståndets energi är $E_{1,1}$ och det första exciterade tillståndet har energin $E_{1,2}$ (och inte $E_{2,1}$!). Med värden på h , elektronmassan och L_x blir $E_{1,1} = 3.84$ eV och $E_{1,2} = 6.15$ eV. Skillnaden i energi motsvaras av

en foton med våglängd $\lambda = \frac{hc}{E_{1,2} - E_{1,1}} \approx 537,9$ nm.

6. En atom(kärna) ^{226}Ra har massan 226 u och en atom Cl har massan 35 u (använd t.ex periodiska systemet). Massandelen Ra i RaCl_2 är alltså $226/(226 + 2 \cdot 35) \approx 76.4\%$. Totalt finns då 76.4 mg ^{226}Ra . Antal kärnor N blir då $76.4 \text{ mg}/226 \text{ u} = 76.4 \text{ mg}/(226 \cdot 1.661 \cdot 10^{-24} \text{ g}) \approx 2.03 \cdot 10^{20}$.

Aktiviteten är $R = N\lambda = N(\ln 2)/T_{1/2} = 2.03 \cdot 10^{20} (\ln 2)/(1600 \text{ år} \cdot 3.156 \cdot 10^7 \text{ s per år}) = 2.8 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1}$