

Svar tentamen i Fysik – Vågor och partiklar, SK1131, 10 juni 2009

1. $p_1 = 12$ cm, $f_1 = 8$ cm dvs. $i_1 = 24$ cm. Då blir $p_2 = 12$ cm och $f_2 = 6$ cm ger $i_2 = 12$ cm.
 $m = -i/p$. Förstoringen 2 ggr i första linsen och 1 ggr. I andra. Bägge linserna inverterar bilden.
Svar. Bilden ligger 12 cm bortom den högra linsen. Den är rättvänd (inverterad två ggr) och 16 cm hög.

2. a. Vi tittar på fallet konstruktiv interferens. Stråle I reflekteras på guaninytan och får ett fasskift. Stråle II reflekteras mot cytoplasmat utan fasskift.

Fasen för respektive strålar är då:

I: π och för stråle II: $2kd_1n_1$. Konstruktiv interferens om fasskillnaden är $m2\pi$.

$m2\pi = 4\pi d_1n_1/\lambda - \pi \leftrightarrow \lambda = 2d_1n_1/(m+1/2)$. $d_1 = 74$ nm och $n_1 = 1.80$. $\rightarrow m = 0$: $\lambda = 532$ nm för $m = 1$ blir $\lambda = 177$ nm vilket ligger i UV.

Vi kontrollerar att stråle 3 som reflekteras mot den andra guaninfilmen också bidrar till reflexionen. Fasen för den strålen är efter passage av cytoplasman skall vara lika med $m2\pi$. III:

$m2\pi = 2kd_2n_2 + \pi \rightarrow \lambda = 2d_2n_2/(m-1/2)$. Vi ser att med $m = 1$ får vi samma våglängd.

b. strålen bryts in i filmen enligt brytningslagen: $n_0\sin\theta_0 = n_1\sin\theta_1$. Med $n_0 = 1.0$, $\theta_0 = 10^\circ$ blir $\theta_1 = 5.5^\circ$. Våglängden i guaninfilmen ökar nu med $d_1/\cos\theta_1$. Och våglängden i motsvarande grad. Max reflektans fås då för 534.5 nm.

3. a. $m\lambda = d\sin\theta$. $d = 1600$ nm, $\theta = 23^\circ$ och med $m = 1$ blir $\lambda = 625$ nm

b. $m = 2$ ger $\theta = 51^\circ$, högre ordningar existerar inte.

4. a. $E_g = q \cdot U = \frac{hc}{\lambda}$. $\lambda = \frac{hc}{qU} = 1.30 \mu\text{m}$.

b. $P_{ut} = P_{in}\cos^2\theta$, $\frac{P_{ut}}{P_{in}} = 0.10 \Rightarrow 71^\circ$. 71 grader svarar mot 710 V pålagd spänning.

5. Plotta den totala energin mot frekvensen, som i Fig 38.2. $hf = K_{\max} + \Phi$ ger ekvationen för h (Plancks konstant). Välj mätdata med tillhörande kinetiska energier enligt given tabell och lös ut h från dessa två ekvationer. T. ex. $h = (K_1 - K_3)/c(1/\lambda_1 - 1/\lambda_3)$ och $h = (K_2 - K_4)/c(1/\lambda_2 - 1/\lambda_4)$
Och ta medelvärdet av dessa två värden vilket ger $h = 3.8 \cdot 10^{-15}$ eV s eller $6 \cdot 10^{-34}$ Js.

6. a. Energin bevaras. När elektronen gör övergången måste energin som elektronen förlorar gå till fotonen. Således blir fotonenergin skillnaden i elektronens energier för de två tillstånden.

$$E_{\text{foton}} = 2^2\pi^2\hbar^2/2mL^2 - 1^2\pi^2\hbar^2/2mL^2 = 7.23 \cdot 10^{-21}\text{J} = 0.045 \text{ eV}$$

b. Fotonens våglängd ges av $E = hc/\lambda$ ger att $\lambda = 27.5 \mu\text{m}$. Inga energinivåer är närmare än $n=2$ och grundtillståndet, så alla andra övergångar skulle producera högre energier, kortare våglängder. Det karakteristiska med en maximum våglängd skiljer detta system från andra, t.ex. väteatomen där högre energinivåer kommer närmre varandra. (se Figs. 39.2 -39.4)