**Svar till tentamen i Vågor och partiklar, SK1130, 18 december 2008**

1. a. Rita graf, inget knas.... ($\lambda = 2\pi/k = 628$ nm då $k = 1.0*10^7$ $m^{-1}$ behövs senare i uppg 6.)

b. $P = I \cdot A = \frac{E_0^2}{2c\mu_0} \cdot \pi r^2$ = 1.04 mW där radien på strålen 1 mm utnyttjats

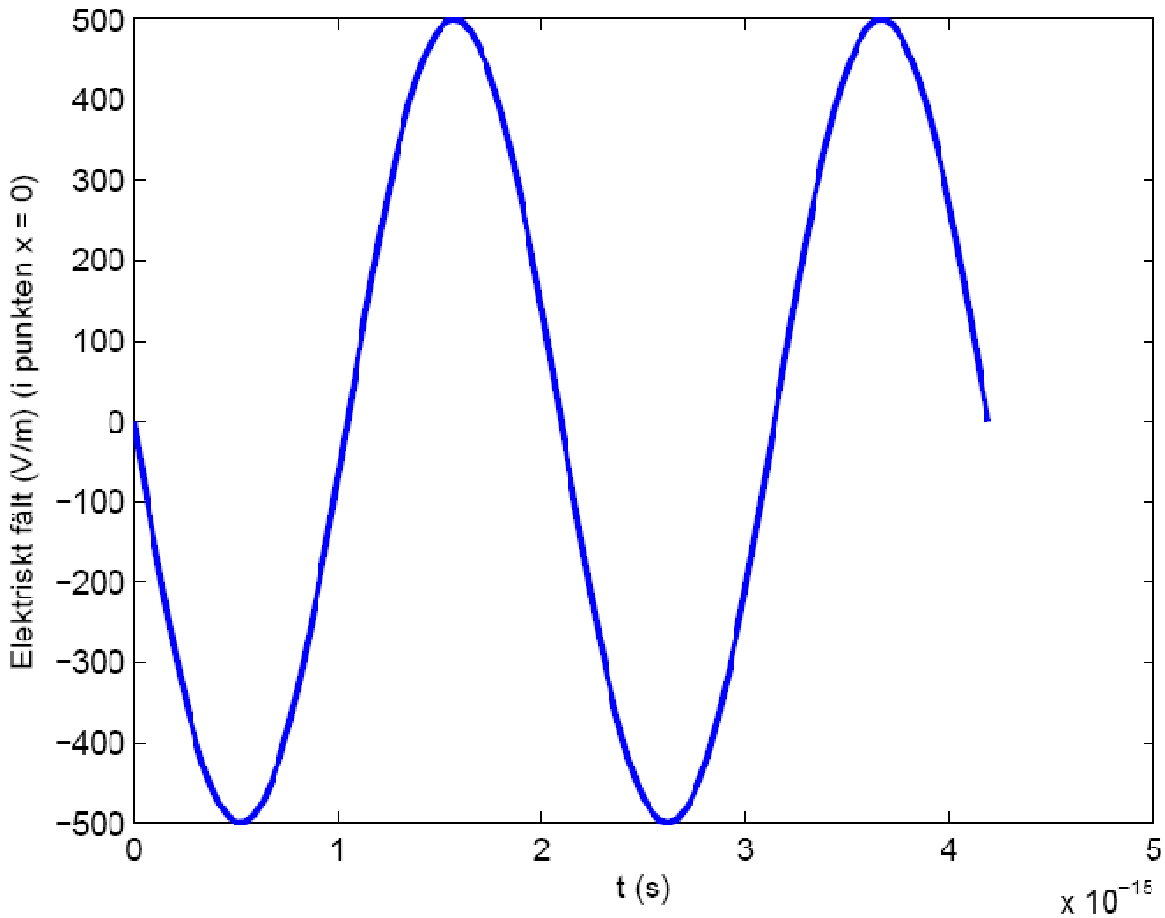
2. a. Bilden är imaginär och hamnar bortom objektet sett relativt observatören (se bild i boken).
i =-25cm ➔ p = if/(1-f)=-25*5/(-25-5)cm = 4.17 cm
b. Vinkelförstoringen $m_\theta$ = luppförstoring = 25cm/f = 5 ggr.

3.Diffraktion från pupillen begränsar upplösningen. $\sin\theta = 1.22\,\frac{\lambda}{D}$ och tan(θ) = x/L
D=2mm, x=6.5 cm, L sökt. Ansätt att vinkeln är liten ➔ x/L≈1.22*λ/D ➔ L = xD/(1.22*λ).
Med en blå våglängd( λ=400 nm) blir L = 266 m, med en röd (700 nm) blir L = 152 m. Välj ett svar häremellan.

4. Ansätt att vi hart vi har normalt infall, luft på ena sidan och att $n_{glas} > n_{antireflexfilm}$, dvs. tätare index för båda reflexerna och därmed fasskift i för bägge strålarna.
a. stråle I: λ/2
stråle II: 2dn + λ/2, där d är filmens tjocklek.Vi söker fallet destruktiv interferens och den optiska väglängdskillnaden skall då svara mot II-I = (m+1/2) λ, dvs. att d=λ(m+1/2)/(2n) och med m = 2 hamnar vi mellan 500 nm och 700 nm, så det blir 623.0 nm tjockt.
b. λ=2nd/(m+1/2) med m=3 blir vågllängden 452.1 nm vilket är blått ljus. Något annat m fungerar inte.

5.a) $E = n^2 h^2 /8mL^2$ ger $L^2 = n^2 h^2 /8mE$. Med värden n=1 (grundtillståndet) och h = 6.626 $10^{-34}$ Js fås L = 1.94 nm.
b) Sannolikhetstätheten är $|\Psi(x)|^2 = ((\sqrt{2}/L) \sin (n\pi x/L))^2 = 2/L \sin^2 n\pi x/L$,
Sannolikhet = ∫ (sannolikhet/längd) dx , integral från 0 till L/3 = $\int|\Psi(x)|^2$ dx = 2/L $\int \sin^2 (n\pi x/L)$ dx =
[$\sin^2 x= (1 - \cos 2x)/2$] = 1/3 – 1/2nπ sin 2π/3, n=1 => sannolikheten = 1/3 – 0.137 = 0.196.
Klassiskt vore förväntningsvärdet 1/3.
c) Första exciterade tillståndet, dvs. n= 2. $E_2 = 2^2$ 0.1 eV = 0.4 eV
d) Eftersom energin är densamma och L har förändrats måste alltså n ha förändrats. Sök n för $E = n^2 h^2 /8mL^2$ . Det ger: $n^2 = 8mL^2/h^2$ , dvs. $n \approx 5 \cdot 10^5$. Vi använder oss av uttrycken från b) dvs sannolikheten = 1/3 – (1/2nπ) sin 2nπ/3 ~ 1/3. Minsta energisprånget $\Delta E_{min}$ fås då n ändras med en enhet dvs $\Delta E_{min} = E_{n+1} - E_n = E_{1,ny}(n+1)^2 - E_{1,ny}n^2 = E_{1,ny}(2n+1) = E_n (2/n + 1/n^2) \sim 2E_n/n$ (eftersom n >> 1) ~ $4*10^{-7}$ eV då $E_n$ = 0.1 eV. Ett mycket litet värde, så nästan kontinuerlig energi! Inte alls som i den korta brunnen. Vi ser alltså att en förändring av potentialens bredd till 1mm gör att vi nästan kommer till klasssisk fysik trots att energivärdet 0.1 eV är litet.

6. a. antal fotoner = E/(hc/λ) = $3.8*10^{12}$ st.
b. $\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$ och E = h·f =hc/λ. Differentiera det senare uttrycket och du får motsvarigheten till osäkerheten i våglängd för en osäkerhet i energi, dvs. $\Delta E = (-)\frac{hc}{\lambda^2}\Delta\lambda$. Vi söker$\Delta t \geq \frac{\hbar}{2}/\Delta \mathrm{E}$
dvs. $\Delta t \geq \frac{h}{4\pi h}\lambda^2/c\Delta\lambda = \frac{1}{4\pi}\lambda^2/c\Delta\lambda$ = 0.26 ps = 260 fs.




Graf till uppgift 1. Eftersom $\omega = 3.0 \cdot 10^{15}$ rad $s^{-1}$ blir perioden $T = 2\pi/\omega = 2.09 \cdot 10^{-15}$ s. I x = 0 ska vi alltså plotta E = Asin(-ωt) från t = 0 till t = 2T med A och ω givna i uppgiften (och T uträknad).

I uppgift två har vi en lupp. Den används så att en virtuell bild hamnar på samma sida av linsen som objektet (se boken samt den icke skalenliga bilden nedan).