Svar till tentamen i Vågor och partiklar, SK1131, 26 augusti 2015

1. a. Rita graf, inget knas....Våglängden = 628 nm.

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_θ = luppförstoring = 25cm/f = 5 ggr.

3. a. $m\lambda = d\sin\theta$. d = 1600 nm, θ = 23° och med m= 1 blir λ= 625 nm
b. m= 2 ger θ= 51°, högre ordningar existerar inte.

4. a. Cirka 930 nm.

b. Enligt fig. får man 0.65 A per Watt, och med 3 W in blir I ca. 2 A. Den elektriska effekten är *P=U• I*= 0,7•2 = 1,4 W.

c. Fotoner med lägre energi kan inte exitera elektronerna över bandgapet och de blir därmed kvar i valens-bandet. Vi får alltså inte ut någon ström.

d. Räkna ut antalet fotoner för en given inkommande energi (effekt•tid) och sen antalet elektroner som detektorn genererar under samma tid. Energin för en foton vid 930 nm är $E_{foton} = hc/\lambda = 2.13 \cdot 10^{-19}$J. För en ineffekt på 1 W under 1 sekund faller det in x fotoner på detektorn, x=P•t/ $E_{foton} = 4{,}68 \cdot 10^{18}$ fotoner. Dessa ger vid 930 nm en strömmen I = 0.65 A (= eletronladdningar q per sek). Det svarar mot y= I •t/q = $0{,}6 \cdot 1/1.6 \cdot 10^{-19}$ = $3{,}75 \cdot 10^{-18}$ elektroner. Kvantverkningsgraden blir då y/x = 0,80, dvs. det är en sannolikhet av 80 % att en inkommande foton skall fångas in i bandgapet och generera en ledningselektron.

5. Den normerade vågfunktionen i det n:te tillståndet är

$$\varphi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}}\sin\left(\frac{\pi n x}{L}\right)$$

Sannolikheten att hitta partikeln i en tredjedel av lånad närmast den ena väggen kan då skrivas

$$P = \int_0^{L/3} |\varphi_n(x)|^2 dx = \frac{2}{L}\int_0^{L/3} \sin^2\left(\frac{\pi n x}{L}\right) dx = \cdots = \frac{1}{3} - \frac{1}{2\pi n}\sin\left(\frac{2\pi n}{3}\right)$$

a.) $n = 1: P \approx 0.196$ b.) $n = 2: P \approx 0.402$ c.) $n \gg 1: P \approx 1/3$

d.) Enligt klassisk fysik är alla ställen i lådan lika sannolika, så $P = 1/3$.

6. a. Livstiden är relaterad till energibredden på nivån genom Heisenbergs osäkerhetsrelation. Vi får $\Delta E \cdot \Delta t > \hbar/2$ vilket ger att $\mathbf{\Delta E}$ = $6.63\ 10^{-34}/(2\ 2\ \pi\ 141\ 10^{-9})$ = **2.3 10^{-9} eV**
b. För att ta reda på den kinetiska energin atomkärnan får på grund av att en foton emitteras tar vi först reda på rörelsemängsmomentet, p, som skall bevaras. För fotonen p = h/λ med λ = hc/E ger λ = $1240/(14.4\ 10^3)$ nm och vi får då p = $h/(1240/(14.4\ 10^3)) = 7.7\ 10^{-24}$ kg m/s. Rekylenergin hos järnatomen ges då av $E_{kin} = p^2/2m_{Fe}$ vilket ger att $\mathbf{E_{kin}}$ **= 2.1 10^{-3} eV**.
.