

Svar till Tentamen i Vågor och partiklar, SK1131, 19 augusti 2014

1.

Avstånd mellan linserna är $d = 25$ cm, $f_{obj} = 0.5$ cm, $f_{ok} = 10$ cm.

a) Mellanbilden ska avbildas en fokallängd från okularet för att ge slutbilden i oändligheten.

Alltså är bildavståndet $i_{obj} = d - f_{ok} = 15$ cm.

Linsformeln ger $p_{obj} = \frac{1}{\frac{1}{f_{obj}} - \frac{1}{i_{obj}}} \approx 0.5172$ cm ≈ 5.2 mm

b) Förstoringen från avbildning i objektivet är $M_{obj} = (-) \frac{i_{obj}}{p_{obj}} \approx \frac{15 \text{ cm}}{0.52 \text{ cm}} = 29$. Förstoringen från

okularet ges av luppförstoringsformeln: $M_{ok} = \frac{25 \text{ cm}}{f_{ok}} = \frac{25 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 2.5$. Den totala förstoringen

blir $M_{tot} = M_{ok} \cdot M_{obj} = 2.5 \cdot 29 = 72.5$

2..a. $t = 2 \cdot l/c = 3.84 \cdot 10^8 / 3 \cdot 10^8 = 2.56$ s.

b. Diffraktionsvinkeln (vinkeln till första min.) från en $d=1$ m bred stråle är: $\theta \approx \sin \theta = \frac{1.22\lambda}{d} = 0.85 \cdot 10^{-6}$ rad. Fläckens diameter på månen ges som $d = 2l \tan \theta = 650$ m

c. Totala antalet fotoner per puls som går iväg är $N = \frac{E_{puls}}{\text{foton energi}} = \frac{0.25}{hf} = 8.7 \cdot 10^{17}$, och 1 av 10^{17} kommer tillbaka. **Alltå kommer 8 till 9 fotoner tillbaka per puls.**

3. Avstånd från hårstrå till skärm = 500 mm och mellan diffraktionspunkt 0 och 1 = 4 mm. Det ger $\theta_1 = 0,008$ rad. $d \sin \theta_m = m\lambda$, $m = 1$ och $\lambda = 532$ nm $\Rightarrow d = 66.5$ μm .

4. Om man ser 10 fransar per cm betyder det att avståndet mellan två fransar är 1 mm. Det innebär att när x ökar med $\Delta x = 1$ mm har tjockleken t ökat tillräckligt för att interferensmaximums ordning har ökat med ett, vilket är samma sak som att säga att fasskillnaden mellan stråle 1 och stråle 2 ökat med 2π . Det i sin tur innebär att väglängdsskillnaden ökat med λ . Ur figuren inses att väglängdsskillnaden ges av $2t$. Om väglängdsskillnaden har ökat med λ har alltså t ökat med $\Delta t = \lambda/2$.

Vidare ger ren geometri att $\tan \theta = \Delta t / \Delta x = (633 \cdot 10^{-9} / 2) / 1 \cdot 10^{-3} = 316.5 \cdot 10^{-6} \rightarrow \theta = 316.5 \cdot 10^{-6}$ rad. Det innebär att papperets tjocklek, d.v.s. t vid slutet av glasplattorna, är $25 \text{ cm} \cdot \tan \theta = 79$ μm .

5.a. ${}^2\text{H} + {}^3\text{H} \rightarrow {}^4\text{He} + n^0 + Q$

b. $m(\text{VL}) = 5.0315\text{u}$, $m(\text{HL}) = 5.01127\text{u} \rightarrow \Delta m = 0.01888\text{u} \rightarrow Q = \Delta mc^2 = 17.6$ MeV. Om man har 1g deuterium och 1g tritium så finns färre kärnor i det senare fallet och detta antal bestämmer totalenergin:

$W = 1/3 \cdot N_A \cdot 17.6 \text{ MeV} = 56.6 \cdot 110^{10}$ J.

c. $Q_v = m \cdot l_v \rightarrow m = 56.6 \cdot 10^{10} \text{ J} / 2260 \cdot 10^3 \text{ J/kg} = 250000$ kg = 250 ton.

6. a. Livstiden är relaterad till energibredden på nivån genom Heisenbergs osäkerhetsrelation. Vi får $\Delta E \cdot \Delta t > \hbar/2$ vilket ger att $\Delta E = 6.63 \cdot 10^{-34} / (2 \cdot 2 \pi \cdot 141 \cdot 10^{-9}) = 2.3 \cdot 10^{-9}$ eV

b. För att ta reda på den kinetiska energin atomkärnan får på grund av att en foton emitteras tar vi först reda på rörelsemängdsmomentet, p , som skall bevaras. För fotonen $p = h/\lambda$ med $\lambda = hc/E$ ger $\lambda = 1240 / (14.4 \cdot 10^3)$ nm och vi får då $p = h / (1240 / (14.4 \cdot 10^3)) = 7.7 \cdot 10^{-24}$ kg m/s. Rekylenenergin hos järnatomen ges då av $E_{kin} = p^2 / 2m_{Fe}$ vilket ger att $E_{kin} = 2.1 \cdot 10^{-3}$ eV.