

Tentamen i Vågor och partiklar, SK1131, 18 december 2008

Tillåtna hjälpmedel: Fundamentals of Physics, föreläsninganteckningar, tabell, räknedosa, formelblad, linjal, penna och papper.

1. En laser skickar ut en plan, kontinuerlig elektromagnetisk våg med ett elektrisk fält som kan antas vara cirkulärt med en radie på 1 mm. För enkelhets skull kan du anta att intensitetsfördelningen är konstant innanför radien och noll utanför (i verkligheten är den oftast Gaussisk). Fältet ges av

$$E = 500 \sin(1.0 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1} x - 3.0 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} t) \text{ V/m}$$

- Rita en figur för hur elektriska fältet förändras sig med tiden i punkten $x=0$. (rita från $t=0$ och 2 perioder) (1P)
- Vilket uteffekt har lasern? (3P)

2. Du studerar en myra med en lupp. Luppen har fokalavståndet 5.0 cm och bilden av myran hamnar 25 cm från luppen.

- På vilket avstånd befinner sig myran från linsen? (2P)
- Vilken förstoring får du med luppen? (2P)
Rita en figur och sätt ut avstånden.

3. Tar man hänsyn till ögats ofullkomligheter så erhålles maximal upplösning av detaljer på näthinnan vid en pupilldiameter på 2 mm. På hur långt avstånd bör man under optimala betingelser kunna se de horisontella fogarna mellan tegelstenarna i en murad vägg om de är smala och har ett mittavstånd av 6.5 cm? (4P)

4. En glaslins ($n=1.46$) är antireflexbehandlad för fokusering av ljus från en HeNe-laser som emitterar runt 633 nm. AR-behandlingen består av ett tunt skikt med brytningsindex 1.27. Tjockleken på AR-behandlingen kan i detta fall fritt väljas mellan 500 nm och 700 nm.

- Hur tjockt ska skiktet vara? (2P)
- Antireflexbehandlingen fungerar också för en blå våglängd. Vilken? (2P)

5. En elektron är innesluten i en oändlig potentialbrunn med energin i grundtillståndet 0.1 eV.

- hur stor är potentialens bredd? (1P)
- vad är sannolikheten att elektronen skall detekteras i den vänstra tredjedelen av potentialen? (1P)
- vilket är nästa tillåtna energivärde, dvs första exciterade tillståndets energi? (1P)
- om potentialbrunnen vidgas till 1mm med bibehållen energi för elektronen, dvs 0.1 eV, vad är sannolikheten att finna elektronen i brunnens vänstra tredjedel och vad blir då energisprånget till det nästa högre tillståndet? (1P)

Kommentera resultatet och jämför med vad vi skulle förvänta oss från en klassisk fysikmodell.
Motivera Dina beräkningar!

6. Lasern i uppgift 1 kan även skicka ut pulser med energin 1.2 μJ . Osäkerhetsrelationen gäller inte bara för läge och rörelsemängd ($\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$) utan också för energi och tid ($\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$). Som en konsekvens av detta breddas pulsens våglängdsspektrum när den pulsas. I pulsat läge har lasern en spektralbredd på $\Delta\lambda \approx 0.4$ nm, centrerat kring våglängden som ges från uppgift 1.

- Hur många fotoner innehåller en puls? (2P)
- Hur kort är den kortaste puls som lasern kan skicka ut? (2)

Om du inte kunde räkna ut våglängden i uppgift 1 så ansätt en våglängd i det synliga området