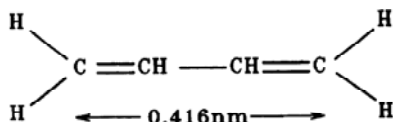


Tentamen i Vågor och partiklar, SK1131, 26 maj 2010

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

Vid Apollo 11-expeditionen placerades en retroreflektor med en halvmeters diameter på månen. 1969 lyckades man mäta avståndet till månen till 384467 km med ca. en decimeters noggrannhet genom att skjuta en rubinlaserpuls (694 nm) på reflektorn och ta tiden från det att pulsen (pulslängd 0.13 ns, 0.25 J) lämnade lasern till att den reflekterades och kom tillbaka. Ett linsteleskop användes för att expandera laserstrålen till 1 meters diameter och ett spegelteleskop för att fånga in maximal mängd reflekterade fotoner.

- Hur lång tid tog det för laserpulsens fram och tillbaka till månen? (1P)
 - Hur stor diameter blev belyst på månen om teleskopet var rätt fokuserat. (2P)
 - Hur många fotoner når detektorn per puls om $1 \text{ av } 10^{17}$ kommer tillbaka. (1P)
- För att minska förlusterna hade teleskopets linser ($n=1.46$) en antireflexbeläggning. Den bestod av en MgF_2 -film ($n=1.38$).
 - Hur tjock var den? (2P)
 - Vilken är den närmaste våglängden som samma film är en reflexionsfilm för? (2P)
- Laserstrålen in till linsteleskopet, som är av Gallileo-typ, kan anses kollimerad och har en diameter på 1 cm på ingången och 1 m på utgången. Okularet har en fokallängd på -5 cm. Bestäm objektivets fokallängd och placering relativt okularet. Rita en snygg bild av ditt teleskop med avstånden utsatta! (4P)
- Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) är en annan teknik där rubinlasern kan användas. Vid LIBS fokuseras lasern på en yta och materialet förångas av den intensiva pulsen. De förångade ämnena skickar ut karakteristiska emissionsspektra som används för att bestämma materialets sammansättning. Detta används t. ex. vid skrotsortering, men har också använts för att leta efter vatten på månen och Mars (en mobil laser har följt med månlandaren). En laser som i uppgift 1 (stråldiametern 1 mm) fokuseras på en plåt med en lins ($f=15$ mm, diameter = 10 mm). LIBS-emissionsspektret med signatur av järn (390.65 nm) och koppar (393.30 nm) kollimeras med en lins och faller sen vinkelrätt in mot ett diffraktionsgitter (1500 linjer/mm).
 - Under vilka vinklar fås de två emissionstopparna? (1P)
 - För att säkert kunna separera dem måste strålen som faller in mot gittret ha en viss bredd för att kunna upplösas, vilken? (2P)
 - Vilken toppeffekt respektive intensitet är det i pulsen när den träffar plåten? (1P)En god approximation är att pulsen har konstant effekt under hela pulslängden och att 84% av energin hamnar i Airy fläcken (ytan innanför första diffraktionsminimat) och att den är jämnt fördelad över den ytan.
- En butadien-molekyl beskrivs med en linjär kedja med enkel- och dubbelbindningar. Elektronerna i dubbelbindningarna (de kallas π -elektroner) är ej lokaliserade på kolatomerna utan är fria att röra sig i en potential med bredden $L = 0.416$ nm.



- Bestäm de tre första energierna E_1 , E_2 och E_3 för denna molekyl. (2P)
Ledning- vi beskriver de fria elektronerna med en stående våg i en potential med bredden L .
 - Vad är sannolikheten att hitta en elektron i E_1 i den mittersta hälften av potentialen (mellan $L/4$ och $3L/4$)? (2P)
- Först exciterade tillståndet i ^{57}Fe sönderfaller till grundtillståndet genom emission av en foton med energi 14.4 keV med en medellivslängd av 141 ns.
 - Vad är bredden ΔE på detta tillstånd? Ge svaret i eV. (2P)
 - Vad är den kinetiska energin som en atom ^{57}Fe får från rekyl av att en foton med 14.4 keV avges? Ge svaret i eV. (2P)