

Modern fysik och optik

5 poäng

Datum	2006-05-05
Skrivtid	08:00–12:00
Kurskod	RYMB03
Klass	RYP 2
Lärare	Johan Arvelius
Examinator	Carol Norberg

Antal uppgifter	4
Totalt antal poäng	24
För godkänt krävs	preliminärt 12

Tillåtna hjälpmedel	Räknedosa, Physics handbook
----------------------------	-----------------------------

Instruktioner

Alla svar måste motiveras.

Lös varje uppgift på separat papper.

Skriv namn på alla inlämnade papper.

I något fall kan sista delproblemet vara en generalisering av tidigare delproblem i en uppgift. Läs därför igenom hela uppgiften innan du börjar besvara deluppgifterna.

Om det finns oklarheter om någon uppgift fråga i första hand när läraren kommer till tentalokalen, förklara i andra hand vad du tycker är oklart och hur du tolkat frågan i svaret.

Resultat anslås senast	2006-05-26
-------------------------------	------------

Lycka till!

Uppgift 1 (6 poäng)

Kalle har två linser med brännvidderna 25 mm och 100 mm. Han sitter och detaljstuderar sin frimärkssamling och noterar då att det närmaste han kan betrakta sina frimärken och se skarpt är 17 cm.

- (2 poäng) Linserna var de enda linserna som fanns i en enkel leksakskikare av tubmodell. Vilken vinkelförstoring gav kikaren?
- (4 poäng) Han tänker att det skulle nog behövas 20 gångers vinkelförstoring, går det att göra med de två linserna? Beskriv i så fall hur han skall göra och vilka inbördes avstånd linserna och frimärket skall ha samt rita upp strålgången för mikroskopet.

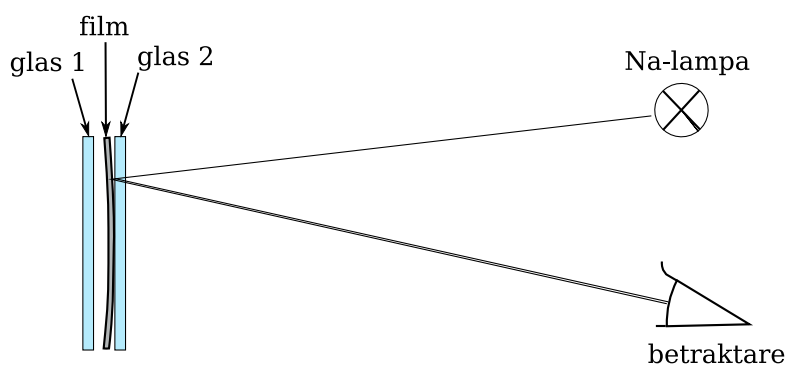
Uppgift 2 (8 poäng)

Natrium är en alkalimetall, dvs den har en elektron i sitt yttersta skal som är $n = 3$. I grundtillståndet är denna i grundorbitalen s ($\ell = 0$), detta betecknas $3s^2S_{1/2}$. Den så kallade natriumdubblätten uppkommer i övergångar inom skalet $n = 3$ mellan grundnivån och orbitalen p ($\ell = 1$). Orbitalen p delas upp genom sk spinn-bankoppling (LS-koppling) till finstrukturnivåer, dessa nivåer betecknas $3p^2P_{1/2}$ och $3p^2P_{3/2}$.

Ljuset från övergången $3s^2S_{1/2} - 3p^2P_{1/2}$ har våglängden 589,592 nm och övergången $3s^2S_{1/2} - 3p^2P_{3/2}$ har våglängden 588,995 nm.

- (2 poäng) Hur stor är energiskillnaden som uppkommer genom LS-kopplingen mellan $3p^2P_{1/2}$ och $3p^2P_{3/2}$?
- (2 poäng) Hur många spalter behöver man i en (ideal) gitterspektrograf för att kunna upplösa finstrukturuppdelningen i Natrium beskriven ovan i första ordningens linjer?
- (2 poäng) Om man lägger ett svagt magnetfält över Natriumet får man uppdelning enligt Zeemaneffekten utöver LS-kopplingen och inte mindre än tio linjer från övergången. Om man däremot lägger på ett mycket starkt magnetfält bryter LS-kopplingen ihop totalt och man ser lika många linjer som det finns möjliga värden på m_ℓ för $3p$ elektronerna. Detta kallas Paschen-Back effekt. Hur många linjer syns då från övergången $3p - 3s$ i Natrium?

Vid betraktande av gamla diabilder som sitter i ramar med glas enligt figur 1 kan man ibland störas av interferensfenomen mellan filmen och glaset i ramen, sk newtonringar. Man vet att filmen vill bukta sig kraftigt åt det ena hållet (det är själva anledningen till att man har glas i ramen) antag alltså att filmen är i kontakt med glasyta två i figur 1 någonstans mitt på ytan och att ringarna uppkommer eftersom filmen inte är i perfekt kontakt med glaset i kanterna.



Figur 1: Kraftigt oproportionerlig principskiss över newtonringar i diabild.

- (2 poäng) För att mäta upp hur stort avståndet mellan filmen och glaset är i kanterna använder vi en lågtrycksnatriumlampa som ger dubblätten enligt ovan och betraktar reflektionen av ljuset enligt figur 1. Vi ser då ringar omslutande varandra som uppfyller hela bildytan. Den högsta ordningen finns i övre högra hörnet där den 10:e mörka ringen utanför det centrala fältet skymtar. Hur stort är största avståndet mellan filmen och glasyta 2 i figuren? Bortse från vinkel effekten dvs antag att vi både belyser och betraktar ytan ortogonalt. Det är inte möjligt att se skillnad på ringar från de två natriumlinjerna så betrakta dem som en.

Uppgift 3 (2 poäng)

Laser bygger på principen om inverterad population, dvs att det finns en exciterad nivå som innehåller fler elektroner än grundnivån, eller har större sannolikhet att innehålla någon elektron än grundnivån. Beskriv ett sätt att åstadkomma detta, sk optisk pumpning.

Uppgift 4 (8 poäng)

Radioaktiv datering med kol-14 metoden bygger på att mängden ^{14}C befinner sig i jämvikt mellan radioaktivt sönderfall och nybildande genom kosmisk strålning högt uppe i atmosfären enligt



Så länge levande material omsätter kol och ingår i kolkretsloppet är förhållandet mellan kolisotoperna ^{14}C och ^{12}C detsamma som i atmosfären. När individen dör och omsättningen slutar minskar förhållandet $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ med halveringstiden 5730 år. Massorna för atomerna ^{14}N och ^{14}C (dvs inklusive elektroner) är 14,003074 u respektive 14,003242 u

- (1 poäng) Sker bildandet av ^{14}C enligt reaktionen (1) genom stark, svag eller elektromagnetisk växelverkan? Motivera svaret.
- (1 poäng) ^{14}C sönderfaller till ^{14}N igen med β -sönderfall. Skriv ner reaktionsformeln för detta.
- (2 poäng) β -sönderfallet går direkt till grundnivån i ^{14}N . Vilken är den högsta energi β -strålningen från β -sönderfallet från ^{14}C till ^{14}N kan få om man bortser från rörelseenergin som går till kvävekärnan? (I ett referenssystem där kolatomen befann sig i vila.)
- (2 poäng) Gör den fullständiga uträkning med att ta hänsyn till rekylenergin för kvävekärnan för (c). Ger det någon märkbar skillnad?
- (2 poäng) En trädstam som grävts fram vid Torneträsk visade ett förhållande $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ som var $1/5$ av förhållandet i atmosfären före industrialiseringen och kärnvapentesternas tid. När dog trädet?