

Dugga Tillämpad kvantfysik (TIF100)

Tid: 16 april 2015, 8.30-12.30

Examinator: Henrik Grönbeck, 031-7722963, 070-2862459

Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta Mathematics Handbook, räknedosa

Betygsgränser (inkluderat bonuspoäng): Betyg 3: 17 p, betyg 4: 25 p, betyg 5: 31 p.

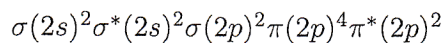
- Elektronkonfigurationen för koppar är $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1 4p^0$.
 - Skissa den radiella delen av enelektronvågfunktionen för 3d, 4s och 4p. (2p)
 - Antag att koppar kan beskrivas som ett enelektronsystem där 4s bestämmer atomens egenskaper. Skissa ett energinivådiagram för s,p och d-tillstånd med $n=4$ och $n=5$ (n är huvudkvanttal). Finstruktur behöver inte beaktas. (1p)
 - Rita in tillåtna dipolövergångar i energinivådiagramet. (1p)
- För beräkningar inom kvantfysik används vanligen variationsmetoden eller störningsräkning. Beskriv principerna för dessa två metoder. På vilka antaganden bygger metoderna? När kan de användas? (2p)
- Betrakta följande vågfunktion för en elektron i en väteolik potential:

$$\psi(\mathbf{r}) = C[4\psi_{100}(\mathbf{r}) - 2\psi_{211}(\mathbf{r}) + 2\psi_{210}(\mathbf{r}) + i\psi_{21-1}(\mathbf{r})]$$

$\psi_{nlm}(\mathbf{r})$ är normerade egentillstånd med energier $E_n = E_1/n^2$. E_1 är grundtillståndets energi.

- Bestäm C så att $\psi(\mathbf{r})$ är korrekt normerad. (1p)
 - Bestäm väntevärdet av systemets energi uttryckt i E_1 . (1p)
 - Bestäm väntevärdet av \mathbf{L}^2 . (1p)
- Det första exciterade tillståndet för magnesium (Mg) är $3s3p$. Man kan för detta system antaga att LS-koppling gäller.
 - Vilka värden på L och S är möjliga? Ange tillståndens LS-termer. (1p)
 - Skriv upp tillståndens vågfunktioner om rumsdelen av enpartikelvågfunktionerna ges av $\psi_{3s}(\mathbf{r})$ och $\psi_{3p}(\mathbf{r})$? (2p)
 - Vilken tillstånd har lägst energi och varför? Ge ett fysikaliskt argument. (1p)

5. Valenskonfigurationen för syremolekylen (O_2) är:



- (a) Beskriv kvalitativt hur molekylorbitalerna är uppbyggda. Rita skisser. (1p)
 - (b) Vad är bindningstalet (bond-order) för O_2 ? (1p)
 - (c) Varför är bindningsenergin för N_2 högre än för O_2 ? (1p)
6. Kalium har tvåspektrallinjer (ofta kallad dublett) som härrör från övergångar från $4p_{3/2}$ till $4s_{1/2}$ och $4p_{1/2}$ till $4s_{1/2}$.
- (a) Rita ett energinivådiagram med övergångarna inritade. (1p)
 - (b) Hur splittras spektrallinjerna upp i ett svagt yttre magnetfält? (1p)
 - (c) Beräkna uppsplittringen (i energi) för i ett svagt yttre magnetfält med styrkan 1 T. (2p)
7. Två identiska icke-växelverkande partiklar, bägge med massa m och spinn 0, är bundna i en gemensam endimensionell harmonisk oscillator potential $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2x^2$.
- (a) Bestäm systemets grundtillståndsenergi. (1p)
 - (b) Bestäm energin för första exciterade tillståndet. (1p)
 - (c) Bestäm första ordningens korrektion till grundtillståndsenergi från en störning $H' = c(x_1 - x_2)^2$, där x_1 och x_2 är partiklarnas koordinater och $c > 0$ en konstant. (2p)