

## Tentamen Tillämpad kvantfysik (TIF100)

---

Tid: 28 augusti 2013, 8.30-12.30

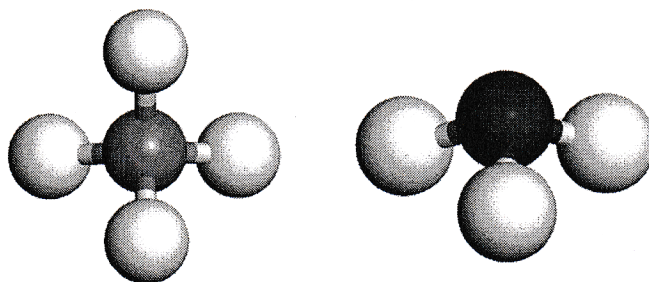
Examinator: Henrik Grönbeck, 031-7722963, 070-2862459

Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta Mathematics Handbook, räknedosa

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

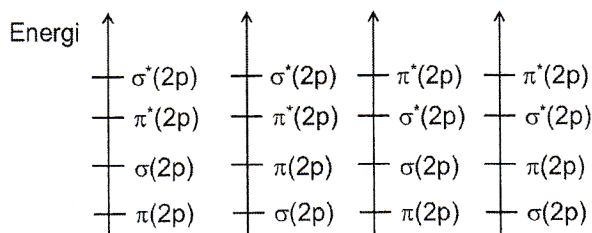
---

- Elektronkonfigurationen för valenselektronerna i strontium är  $5s^25p^0$ .
  - Skissa de radiella delarna av enelektronvågfunktionen för 5s och 5p. (2p)
  - Bestäm LS-termerna för grundtillståndet samt de exciterade tillstånden 5s6s, 5s5p, 5s6p och 5s4d. (1p)
  - Skissa ett energinivådiagram och rita in vilka dipolövergångar som kan finnas mellan grundtillståndet och 5s6s, 5s5p, 5s6p, och 5s4d. Bortse från finstruktur. (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)
- Figuren visar metan ( $\text{CH}_4$ ) till vänster och ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) till höger.



- Förklara likheten i den molekylära strukturen för de två molekylerna genom att diskutera hybridisering. (2p)
- Metan och etan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) är tredimensionella molekyler. Förklara varför eten ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) är tvådimensionell. (1p)
- C-C avståndet är kortare i eten än etan. Varför? (1p)

4. Helium exciterat till elektronkonfigurationen  $1s^1 2s^1$  kan anta två olika tillstånd beroende på vilka spinnkvanttal som antas. Vilket tillstånd har lägst energi och varför? (2p)
5. Beräkna (i energi) hur spektrallinjen från  $3p_{1/2}$  till  $3s_{1/2}$  i Na splittras upp i ett yttre magnetfält på 2 T. (3p)
6. Tabellen nedan anger experimentell data för en serie homonukleära molekyler. Valensnivåerna från 2p för dessa molekyler visas i figuren.



För moleylerna ligger dels  $\sigma_g(2p)$  och  $\pi_u(2p)$  och dels  $\sigma^*(2p)$  och  $\pi^*(2p)$  energetiskt så nära att det kan vara svårt att på förhand veta den inbördes ordningen.

- (a) Bestäm vilket eller vilka av de fyra alternativen som stämmer överens med de experimentella observationerna. Svaret skall vara ordentligt motiverat. (2p)
- (b) Beskriv kvalitativt hur  $\sigma(2p)$ ,  $\sigma^*(2p)$  och  $\pi(2p)$  är uppbyggda från de atomära orbitalerna. (1p)
- (c) I tabellen ser man att bindningsenergierna i serien ökar från  $B_2$  till  $N_2$  för att därefter minska. Förklara orsaken till detta. (1p)

Table 1: Data för diatomiska molekyler.  $E_b$  (eV) är bindningsenergin,  $d$  (Å) är bindningsavståndet och  $M$  är multipliciteten.

Molekyl	$E_b$	$d$	$M$
$Li_2$	1.0	2.67	1
$Be_2$	inte stabil	-	-
$B_2$	3.0	1.59	3
$C_2$	5.9	1.24	1
$N_2$	9.6	1.09	1
$O_2$	5.1	1.21	3
$F_2$	1.6	1.43	1

7. Med Stark effekt menar man skiftet och uppsplittringen av spektrallinjer i närvaro av ett yttre statiskt elektriskt fält. Hamiltonianen för väteatomen i ett fält ( $E_0$ ) i  $z$ -led är:

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} + eE_0z.$$

Det elektriska fältet kan anses vara en störning till  $H_0$  enligt:

$$H = H_0 + eE_0z.$$

Beräkna med störningsräkning till andra ordningen energibidraget från  $n=2$  tillstånd på grundtillståndsenergien. (3p)