

## Dugga Tillämpad kvantfysik (TIF100)

---

Tid: 7 april 2016, 8.30-12.30

Examinator: Henrik Grönbeck, 070-2862459

Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta Mathematics Handbook, Chalmers godkänd miniräknare  
Betygsgränser (inkluderat bonuspoäng): Betyg 3: 17 p, betyg 4: 25 p, betyg 5: 31 p.

---

- Elektronkonfigurationen för kalium är  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^0$ .
  - Skissa den radiella delen av enelektronvågfunktionen för 4s, 3p och 3d (2p).
  - Antag att kalium 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)
- Förklara följande begrepp och approximationer som är väsentliga för att förstå atomer med flera elektroner.
  - Centralfältsapproximationen. (1p)
  - Pauliprincipen. (1p)
  - Uppbyggnadsprincipen (aufbau). (1p)
- Betrakta en atom i ett magnetfält.
  - Beskriv generellt uppsplittringen av atomära nivåer i ett svagt magnetfält. Skissa explicit uppsplittringen för ett  $p$ -tillstånd. (1.5p)
  - Beskriv generellt uppsplittringen av atomära nivåer i ett starkt magnetfält. Skissa explicit uppsplittringen för ett  $p$ -tillstånd. (1.5p)
- Omkring 20% av jordens atmosfären består av syre.
  - Ange elektronkonfigurationen för  $O_2$ . Ange molekylens spinttillstånd. (1p)
  - Skissa ett energinivådiagram för molekylens orbitalenergier. (1p)
  - Skissa utseendet på molekylens valensorbitaler. (2p)

5. En endimensionell potential har egentillstånd  $\psi_a(x)$ ,  $\psi_b(x)$ ,  $\psi_c(x)$  ... med tillhörande energieigenvärden  $E_a < E_b < E_c \dots$ . Två icke växelverkande partiklar placeras i potentialen. Bestäm de två lägst liggande energierna för systemet med tillhörande vågfunktioner. Bestäm även degenerationsgrad. Gör det i fallet med: (4p)

- (a) Två identiska partiklar som båda har spinn 1/2.
- (b) Två identiska partiklar båda har spinn 0.

6. Störningsteori och variationsmetoden är de två viktigaste approximationsmetoderna inom tillämpad kvantfysik.

- (a) Beskriv när och hur respektive metod huvudsakligen används. (2p)
- (b) Antag att en Hamiltonian kan skrivas  $H = H_0 + H'$  där  $H'$  är en störning. Vågfunktionen för den ostörda Hamiltonianen är  $\psi_0$ . Visa att första ordningens korrektion ( $\Delta E_0$ ) i tidsberoende störningsräkning ges av: (2p)

$$\Delta E_0 = \langle \psi_0 | H' | \psi_0 \rangle$$

- (c) Använd första ordningens störningsteori för att beräkna energin för de tre lägsta energinivåerna för en endimensionell potential enligt figuren. (2p)

