

Teknillinen korkeakoulu
Teknillisen fysiikan laitos

Tfy-99.201 Moderni fysiikka I

Tentti 16.12.1994

P. Helistö, T. Kurki-Suonio

1. Kiihtyvyydellä a liikkuva varaus q säteilee klassisesti energiaansa nopeudella

$$\frac{dE}{dt} = \frac{q^2 a^2}{6\pi\epsilon_0 c^3}$$

Olkoon vetyatomin elektronin kokonaisenergia $E = -e^2/(8\pi\epsilon_0 r)$, missä r on sen radan säde. Mikä on klassisen teorian mukaan vetyatomin elinikä, jos sen radan säde on aluksi Bohrin säde.

2. Esitä yksidimensioisen harmonisen oskillaattorin (massa m , jousivakio k) Schrödingerin yhtälö. Sijoita yhtälöön perustilan aaltofunktion yrite $C \exp(-Dx^2)$ ja määrää kerroin D sekä perustilan energia E_0 sen vaatimuksen perusteella, että saadun yhtälön on oltava identtisesti voimassa kaikilla x :n arvoilla. Mistä saat kertoimen C ja mikä on sen arvo. Laske paikan odotusarvo perustilassa.
3. (a) Piirrä tilakaavio vedyn 2p-tilalle, kun vetyatomi on heikossa magneettikentässä verrattuna spin-ratavuorovaikutukseen. (3 p)
(b) Laske ko. tilalle alitilojen energiahajonta vahvassa 1 T:n magneettikentässä, kun spin-ratavuorovaikutus voidaan unohtaa. (3 p)
4. Määrää raudan ($Z = 26$) perustilan elektronikonfiguraatio ja termi (mukaanlukien alin multiplettitaso).
5. (a) NaCl-molekyylin sidosrakenne ja fysikaaliset ominaisuudet ($Z_{Na} = 11$, $Z_{Cl} = 17$). (3 p)
(b) On myöhäinen ilta. Olet kavereiden kanssa mökillä. Makkarat on paistettu ja oluet juotu. Tuli takassa alkaa hiipua ja on aika lähteä nukkumaan. Olet juuri vetämässä (takan) peltiä kiinni, kun kaverisi kysyy, aiotko tappaa porukan häkään.
Toteat, että nerokkaana fyysikkona olet värkännyt iltapuhteina ainakin kolme CO-molekyylin eri ominaisuuteen liittyvää ilmaisinta, jotka mittaa ilman häikäpitoisuutta ja avaavat pellin tarvittaessa.
Selitä mihin CO:n ominaisuuksiin mittaus voisi perustua (ja miten). (3 p)

Vakioita: $1 \text{ amu} = 1.6604 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $h = 6.6256 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $\mu_B = 9.2732 \cdot 10^{-24} \text{ J/T}$,
 $e = 1.6021 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9.1091 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.