

S-114.1327 Fysiikka III (Est) 2. Välikoe 9.5.2006

1. Sähkövirran  $i$  aiheuttaa ympyrärataa pitkin liikkuva elektroni. Varauksen kiertotaajuus on  $f_{rpm}$ . (a) Laske elektronin liikkeestä aiheutuva virta. (b) Virtasilmuksaan liittyvä magneettinen momentti on klassisen sähkö-magnetismin mukaan  $M = iA$ , missä  $A$  on silmukan pinta-ala. Laske elektronin magneettinen momentti ensimmäisellä Bohrin orbitaalilla (tätä suuretta kutsutaan Bohrin magnetoniksi).

2. Jos helium atomissa toinen elektroni on perustilassa ja toinen sidotussa viritetyssä tilassa  $n$ , tilan kokonaisenergia saadaan likimäärin yhtälöstä

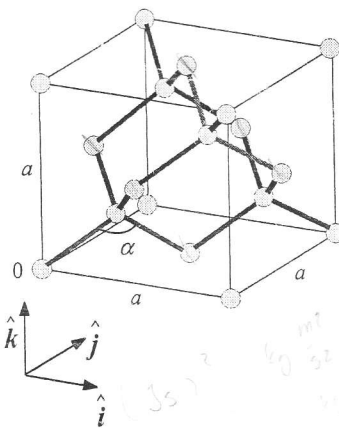
$$E = -13,6 \left[ Z^2 + \frac{(Z-1)^2}{n^2} \right] \text{eV},$$

missä  $Z = 2$ . a) Mihin olettamukseen elektronien liikkeestä tämä yhtälö perustuu? b) Laske kvanttilukuja  $n = 2, 3$  ja  $4$  vastaavat energiat ja vertaa niitä kokeellisiin arvoihin  $-58,08 \text{ eV}$ ,  $-56,04 \text{ eV}$  ja  $-55,37 \text{ eV}$ . c) Miksi yhtälön tarkkuus kasvaa kvanttiluvun  $n$  kasvaessa?

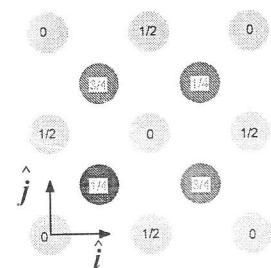
3. a) Selitä **lyhyesti** Morsen malli kaksiatomisen molekyylin potentiaalienergialle (kutsutaan usein Morsen potentiaaliksi vaikka suureen yksikkö on energia). b) Morsen potentiaalissa on kolme parametria. Osoita, että ne ovat yhteydessä molekyylin tiettyihin perusominaisuuksiin (osoita tämä yhteys).

4. Laske kuparin Fermienergia kun tiedetään, että vapaiden elektronien tiheys on kuparissa  $8,45 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$ . Käytä elektronitilojen tiheydelle lauseketta  $g(E) = \frac{8\pi}{h^3} (2m^3)^{1/2} VE^{1/2}$  (sisältää spindegeneraation).

5. Ajatellaan hilan yksikkökopin pisteisiin sijoitetuiksi samankokoiset kovat pallot. Näiden viemän tilavuuden suhde yksikkökopin tilavuuteen on täyttösuhde. (a) Laske täyttösuhde timanttirakenteelle. (b) Osoita, että timanttirakenteessa tetraedrisidosten välinen kulma (ns. tetraedrikulma) on  $109^\circ 28'$ . Oheinen kuva esittää timanttililan yksikkökoppia ja atomien sijaintia yksikkökopissa.



Kuva 1.



z-akseli kuvatasosta ulospäin, atomien z-koordinaatit yksiköissä  $a$ .

VAKIOITA

$m_e = 9,1091 \times 10^{-31} \text{ kg}$	$m_p = 1,6725 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$m_n = 1,6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$\text{amu} = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$
$e = 1,6021 \times 10^{-19} \text{ C}$	$c = 2,9979 \times 10^8 \text{ m/s}$	$\hbar = 1,0545 \times 10^{-34} \text{ Js}$	$\mu_B = 9,2732 \times 10^{-24} \text{ JT}^{-1}$
$\epsilon_0 = 8,8544 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$	$K_e = 1/4\pi\epsilon_0$	$\mu_0 = 1,2566 \times 10^{-6} \text{ mkgC}^{-2}$	$K_m = \mu_0/4\pi$
$\gamma = 6,670 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$	$N_A = 6,0225 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$R = 8,3143 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	$k = 1,3805 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$