S-114.1327 Fysiikka III (Est) Tentti 15.5.2008

1 välikokeen alue

1. Valoa, jonka aallonpituus on 300 nm osuu metallilevyyn. Nopeimpien metallista irronneiden fotoelektronien nopeus on 0.002c. Mikä on metallin työfunktio?

2. Vetyatomin elektroni on tilassa n=4. a) Mikä on elektronin energia? b) Mitkä muut fysikaaliset suureet energian lisäksi ovat kvantittuneita ja mitä arvoja nämä suureet voivat saada?

3. Äärettömän kovassa potentiaalilaatikossa (x-akselin välillä $[0,a]$) sijaitsevan hiukkasen aaltofunktio ajanhetkellä $t=0$ on muotoa $\Psi(x,t=0)=A(a/2-x)$. a) Normita aaltofunktio (b) Mitä arvoja hiukkasen energia voi saada yksittäisissä mittauksissa. (c) Laske energian odotusarvo (tilastollinen keskiarvo kun energia mitataan useita kertoja). (d) Millä todennäköisyydellä hiukkasella on energia $\pi^2\hbar^2/\left(2ma^2\right)$? *Ohje*: Käytä hyväksi seuraavia seikkoja: (1) Energiaoperaattorissa (Hamiltonoperaattorissa) potentiaalienergia = 0, (2) aaltofunktiot ovat joko parillisia tai parittomia pisteen x = a/2 suhteen.

2 välikokeen alue

4. Litium atomissa on kolme elektronia a) muodosta perustilan Slater determinantti b) Perustilassa oleva Litium atomi sijoitetaan ulkoiseen magneettikenttään, jonka voimakkuus on 1 Tesla. Miten perustilan energia käyttäytyy, Zeeman efektin seurauksena?

5. Happimolekyylin värähtelytaajuus on $f=4{,}74\cdot10^{13}\,\mathrm{Hz}$. Laske ensimmäisen viritetyn värähtelytilan ja perustilan miehitystodennäköisyyksien suhde lämpötilassa $T=273\mathrm{K}$.

6. Lämpökapasiteetti C_V (tilavuus vakio) määritellään kaavalla $\left(\partial U/\partial T\right)_V$. a) Käyttäen avuksi fotonikaasun energiatiheyden lauseketta, laske fotonikaasun lämpökapasiteetti tilavuuden yksikköä kohden. b) Mikä on kohdan a):n lausekkeen arvo 300 K lämpötilassa?

VAKIOITA

$m_e = 9{,}1091\times10^{-31}$ kg	$m_p = 1{,}6725\times10^{-27}$ kg	$m_n = 1{,}6748\times10^{-27}$ kg	amu $= 1{,}6605\times10^{-27}$ kg
$e = 1{,}6021\times10^{-19}$ C	$c = 2{,}9979\times10^{8}$ m/s	$\hbar = 1{,}0545\times10^{-34}$ Js	$\mu_B = 9{,}2732\times10^{-24}\,\mathrm{JT}^{-1}$
$\varepsilon_0 = 8{,}8544\times10^{-12}\,\mathrm{C^2N^{-1}m^{-2}}$	$K_e = 1/4\pi\varepsilon_0$	$\mu_0 = 1{,}2566\times10^{-6}\,\mathrm{mkgC^{-2}}$	$K_m = \mu_0/4\pi$
$\gamma = 6{,}670\times10^{-11}\,\mathrm{Nm^2kg^{-2}}$	$N_A = 6{,}0225\times10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}$	$R = 8{,}3143\,\mathrm{JK^{-1}mol^{-1}}$	$k = 1{,}3805\times10^{-23}\,\mathrm{JK^{-1}}$