

## S-114.1327 Fysiikka III (EST) Tentti 20.5.2010

1. Kun kalium metallia valaistiin valolla, jonka aallonpituus oli 450 nm fotoelektronien pysäyttämiseen tarvittava jännite oli 0,52V. Jos valon aallonpituus muutettiin 300 nm:iin vastaava jännite oli 1,90 V. a) Johda näiden jännitteiden ja aallonpituuksien avulla lauseke Planckin vakiolle ja sijoittamalla annetut numeroarvot laske Planckin vakion likiarvo. b) Laske irroitustyö kaliumille.

2. Funktion  $\psi(x)$  sanotaan olevan differentiaalioperaattorin  $\hat{A}$  ominaisfunktio, jos  $\hat{A}\psi(x) = a\psi(x)$ , missä  $a$  on vakio, jota kutsutaan ominaisarvoksi. Osoita, että  $\sin kx$  on operaattorin  $-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2}$  ominaisfunktio. Mikä on vastaava ominaisarvo?

3. Yksiulotteinen potentiaaliaskel on määritelty seuraavasti:  $E_p = 0$ , kun  $x < 0$  ja  $E_p = E_0$ , kun  $x > 0$ . Hiukkanen jonka energia on  $E = 2E_0$ , tulee  $x$ - akselin negatiivisesta suunnasta potentiaaliaskeleen kohdalle. Mikä on todennäköisyys, että hiukkanen heijastuu takaisin?

4. Litiumatomissa ( $Z = 3$ ) kaksi elektroneista on alimmalla energiatilalla ( $n = 1$ ) ja kolmas elektroni seuraavalla orbitaalilla, jonka pääkvanttiluku  $n = 2$ . Ulomman elektronin energiaa ytimen ja sisempien elektronien muodostamassa potentiaalissa voidaan approksimoida lausekkeella

$$E = -Z_{eff}^2 \frac{E_1}{n^2}$$

missä  $Z_{eff}$  on ytimen efektiivinen varaus, joka ottaa huomioon sisempien elektronien varjostavan vaikutuksen ( $Z_{eff} < 3$ ). Laske  $Z_{eff}$  kun tiedetään, että litiumin ensimmäinen ionisaatioenergia on 5,39 eV.

5. HCl-kaasu absorboi voimakkaasti infrapunasäteilyä, jonka aallonpituus on 3,465  $\mu\text{m}$ . Määritä HCl-molekyylin a) voimavakio, b) nollapiste-energia. Vedyn atomimassa on 1,0079 amu ja kloorin 35,4527 amu.

6. Osoita, että harmonisen oskillaattorin keskimääräisen energiatilaan kvanttiluku  $n$  (lämpötilassa  $T$ ) on

$$\langle n \rangle = \frac{1}{e^{\hbar\omega/kT} - 1}.$$

### VAKIOITA

$$m_e = 9,1091 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p = 1,6725 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_n = 1,6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{amu} = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$e = 1,6021 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$c = 2,9979 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\hbar = 1,0545 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\mu_B = 9,2732 \times 10^{-24} \text{ JT}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8,8544 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$K_e = 1/4\pi\epsilon_0$$

$$\mu_0 = 1,2566 \times 10^{-6} \text{ mkgC}^{-2}$$

$$K_m = \mu_0 / 4\pi$$

$$\gamma = 6,670 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

$$N_A = 6,0225 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$R = 8,3143 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$k = 1,3805 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

$$\lambda_C = h / (m_e c)$$