

1. Laske (a) sinkkikatodista fotoelektroneja irrottamaan pystyvän sähkömagneettisen aallon suurin aallonpituus ja (b) katodista irtoavien fotoelektronien suurin nopeus, kun sitä säteilytetään sähkömagneettisella aallolla, jonka aallonpituus on 250 nm. Sinkin työfunktio (irrotustyö) on 3,74 eV.
2. Kun röntgenputken anodimateriaalina käytetään molybdeeniä, saadaan  $K_\alpha$ -säteilyä, jonka aallonpituus on 0.710 Å. Tätä röntgensäteilyä kohdistetaan ohueen alumiinilevyyn, jonka vapaista elektroneista säteily siroaa  $120^\circ$  kulmaan. Laske
  - a) fotonien aallonpituuden muutos
  - b) rekyylielektronien kineettinen energia, liikemäärä ja suunta.
3. Hiukkanen tulee negatiivisen  $x$ -akselin suunnasta potentiaaliportaaseen  $E_p(x) = 0$ ,  $x < 0$  ja  $E_p(x) = -E_0 < 0$ ,  $x \geq 0$ . Laske portaan heijastuskerroin, kun hiukkasen energia  $E > 0$ .
4. Vetyatomien perustilan aaltofunktio on  $\psi(r, \theta, \varphi) = Ae^{-r/a_0}$ , missä  $a_0 = h^2 \epsilon_0 / \pi m_e e^2$  on Bohrin säde. Laske (a) normitusvakio  $A$  ja (b) todennäköisyys, että elektroni on alueella  $r \leq a_0$ .
5. Selitä lyhyesti:
  - a) viritystilan elinaika,
  - b) Heisenbergin epämääräisyysperiaate,
  - c) aaltofunktion todennäköisyystulkinta,
  - d) pariteetti,
  - e) stationaaritila,
  - f) ominaisarvon degeneraatio.

Vakioita:  $\mu_0 = 1,2566 \cdot 10^{-6}$  H/m,  
 $m_e = 511$  keV =  $0,911 \cdot 10^{-30}$  kg,  
 $e = 1,6022 \cdot 10^{-19}$  C,  
 $h = 6,6262 \cdot 10^{-34}$  Js,  
 $c = 2,998 \cdot 10^8$  m/s,  
 $\epsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12}$  F/m