

Moderni Fysiikka II, 1. välikoe 4.3.1997

Taina Kurki-Suonio

1. Identtisten atomien, joiden massa on M ja jotka vuorovaikuttavat vain lähimpien naapuriensa kanssa, välinen potentiaalienergia olkoon muotoa

$$U(r) = U_0 \left(\frac{d^6}{4x^8} - \frac{1}{x^2} \right),$$

missä U_0 ja d ovat vakioita. Johda tällaisten atomien muodostaman lineaarisen kiteen hilavärähtelyjen dispersiorelaatio $\omega = \omega(k)$ linearisoimalla yhtälö tasapaino-
aseman ympäristössä.

2. Selitä p - n -liitoksen toiminta.
3. Piirrä nuklidikarttaan (= $N-Z$ -tasoon) stabiilien ja erittäin pitkäikäisten nuklidien alue sekä seuraaviin hajoamismuotoihin liittyvien nuklidien alueet: α , β^- , β^+ , elektronikaappaus, neutroniemissio, protoniemissio, fissio. Esitä fysikaaliset perusteet kunkin alueen sijainnille.
4. Kilpirauhanen käyttää jodia tuottamaan hormooneja, jotka säätelevät ihmisen aineenvaihduntaa. Kilpirauhasen toimiessa normaalisti 15-40 % elimistöön saapuvasta jodista kerääntyy kilpirauhaseen. Kilpirauhasen yli/ali-aktiivisuutta tutkitaan radioaktiivisen ^{123}I -isotoopin (puoliintumisaika 13 tuntia) avulla. Eräälle potilaalle $14,3,7 \cdot 10^{10}$ annettiin $30 \mu\text{Ci}$:n annos ^{123}I -isotooppia. Vuorokautta (24 h) myöhemmin kilpirauhasalueelta tulevan säteilyn määräksi mitattiin $4 \mu\text{Ci}$. Kuinka suuri osuus annetusta ^{123}I -isotoopista oli kuluneen vuorokauden aikana kerääntynyt potilaan kilpirauhaseen? (Voit unohtaa jodin biologisen poistumisen näin lyhyellä aikavälillä). Mitä saatu tulos kertoo potilaan kilpirauhasen toiminnasta?
5. (a) Mitkä ovat tämän hetkisen tietämyksen mukaiset aineen perusrakennuspalikat eli alkeishiukkaset? Miten ne eroavat toisistaan? (2 p.)
(b) Mitä puolestaan ovat baryonit ja mesonit? Miten ne eroavat toisistaan ja (a)-kohdan hiukkasista? (2 p.)
(c) Miten eri alkuaineet ovat syntyneet? (2 p.)