

Tfy-56.102 Moderni Fysiikka II

Tentti 31.1.1995

P. Helistö, T. Kurki-Suonio

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

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

missä U_0 ja d ovat vakioita. Johda tällaisten atomien muodostaman lineaarisen kiteen hilaväriähtelyjen dispersiorelaatio $\omega = \omega(k)$ linearisoimalla liikeyhtälö tasapainoaseman ympäristössä.

2. Huoneilman radon syntyy luonnossa esiintyvässä radioaktiivisessa hajoamisketjussa ${}^{230}\text{Th} \rightarrow {}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}\text{Rn} \rightarrow {}^{218}\text{Po} \rightarrow \dots$. Radiumin puoliintumisaika on 1621 a, radonin 3,82 d ($Z=86$) ja poloniumin 3,0 min. Laske radonin hajoamisessa syntyvän alfasäteilyn energia, kun radonin atomimassa on 222,017531, poloniumin 218,008930 ja heliumin 4,0002603. Keskimääräinen radonaktiivisuus Suomessa huoneilmassa on 100 Bq/m³. Mikä on vastaava atomitiheys?

3. Vastaa lyhyesti:

- (a) Mikä on Blochin teoreema ja mihin se liittyy?
- (b) Mitkä ovat β -hajoamisen kanavat ytimelle $\frac{A}{Z}X$?
- (c) Mikä on isomeeri?
- (d) Mikä on värikeskus?
- (e) Mikä on Yukawan potentiaali (matemaattinen muoto & selitys)?
- (f) Mikä on riistoreaktio?

4. Kaksi eristettyä 1 m³:n vesisäiliötä on alkulämpötiloissa 100 °C ja 0 °C. Astioiden välistä lämpötilaeroa hyödyntää lämpövoimakone. Laske kuinka paljon työtä kone pystyy maksimissaan tekemään ja mikä tällöin on astioiden loppulämpötila ($p = 10^5$ Pa = vakio).

5. Metallin johtavuuselektronien tiheys on 10²² 1/cm³. Laske elektronien

- a) keskimääräinen nopeus ja
- b) nopeus fermipinnalla (johda lausekkeet).

Opastus: tilatiheys $g(E) = 4\pi V(2m_e^3)^{1/2} E^{1/2}/h^3$

Luonnonvakioita:

$c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s, $1 \text{ amu} = 1.6604 \cdot 10^{-27}$ kg, $m({}^1_0n) = 1.6748 \cdot 10^{-27}$ kg, $h = 6.6256 \cdot 10^{-34}$ Js,
 $k = 1.3805 \cdot 10^{-23}$ J/K, $e = 1.6021 \cdot 10^{-19}$ C, $m_e = 9.1901 \cdot 10^{-31}$ kg, $\gamma = 6.67 \cdot 10^{-11}$ NM²kg⁻².