

Vastaa viiteen tehtävään kuudesta. Jokaisesta tehtävästä saa kuusi pistettä.

- Selitä lyhyesti seuraavat käsitteet.
 - Itseispuolijohde ja sen sähkönjohtavuus lämpötilan funktiona (1p.)
 - Fermienergia ja sen yhteys irroitustyöhön (2p.)
 - Bonding σ_g ja antibonding σ_u^* orbitaalit (1p.)
 - Fononien ylärajataajuus, voit myös havainnollistaa kuvalla. (2p.)
- Luettele ainakin 4 erilaista atomien välistä sidostyyppiä ja mainitse lisäksi jokaisesta sidostyypistä ainaki yksi ominaisuus. (2p.)
 - Selosta miten kiinteän aineen vyörakenne muodostuu. (2p.)
 - Selitä kaksiatomisen kaasun lämpökapasiteetti lämpötilan funktiona. (2p.)
- Laske voimavakio κ HCl-molekyyllille, kun värähtelytaajuus on $9,0 \cdot 10^{13}$ Hz. Laske myös nollapiste-energia, eli tilan $n=0$ energia. $M_H = 1,008u$ ja $M_{Cl} = 35,45u$.
- Kuparilla pintakeskinen kuutiollinen (FCC) rakenne. Laske
 - konventionaalisen kuutiollisen yksikkökopin särmän pituus (hilavakio) (2p.),
 - lähinaapurietäisyys (2p.) ja
 - lähinaapurien lukumäärä. (2p.)
 Kuparin tiheys on 8930 kg/m^3 ja atomimassa $63,54u$.
- Piirrä energiavyödiagrammit n ja p-tyypin seostetuille puolijohteille kun puoliskot ovat erillään, sekä toinen kuva jossa puoliskot on yhdistetty pn-liitokseksi. Merkitse kuviin:
 - johto- ja valenssivyöt,
 - fermi-, akseptori-, ja donoritasot sekä
 - liitoksen kynnysjännite.
 Selitä myös mitä mitä tapahtuu kun puoliskot yhdistetään. Miten myötäsuuntainen jännite pn-liitoksen yli muuttaa kuvaa?
- Maxwell-Boltzmann systeemissä on 4 hiukkasta energiatasoilla $E_i = 0, 1e, 2e, 3e, \dots$. Hiukkasten kokonaisenergia on $6e$. Kunkin tason degeneraatio on $g_i = 2$. Mitkä ovat mahdolliset makrotilat ja kuinka monta mikrotilaa niihin sisältyy? (4p)
 - Mitkä ovat mahdolliset makrotilat ja niihin sisältyvien mikrotilojen lukumäärät, jos hiukkaset ovat fermioneja? (2p.)

Luonnonvakioita

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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