

# 55415 KIINTEÄN AINEEN ELEKTRONIRAKENNE

<b>Laajuus:</b>	2 ov
<b>Luentoja:</b>	24 h
<b>Laskuharjoitukset:</b>	Ks. erillinen ohje
<b>Luennoija:</b>	Tapio Rantala, prof. Tapio.Rantala@tut.fi <a href="http://www.tut.fi/~trantala/opetus/">http://www.tut.fi/~trantala/opetus/</a>
<b>Laskuharjoitukset:</b>	Tapio Rantala, prof.
<b>Aika ja paikka:</b>	to 14.–28.4. B143, B143, B407 pe 15.–29.4. B407/A128, B143, ...
<b>Kurssikirja:</b>	H.P. Myers, <i>Introductory Solid State Physics</i> (luvut 6 – 10, 12)
<b>Perustiedot:</b>	Kvanttiteorian perusteet
<b>Tentti:</b>	alustavasti: (ma) 16.5.2005

## SISÄLTÖ

1. Johdantoa .....	1
2. Kidehila ja käänteishila .....	1
3. Diffraktio .....	8
4. Kideviat eli defektit .....	8
5. Hilavärähtelyt .....	9
6. Vapaaelektronikaasu .....	13
6.1. Vapaaelektronikaasun perusominaisuudet .....	13
6.1.1. Fermi-aaltovektori .....	16
6.1.2. Vapaaelektronikaista (eli -vyö) .....	16
6.1.3. Elektronikaasun plasmavärähtelyt .....	17
6.2. Fermi-parametrien numeerisia arvoja .....	17
6.3. Vertailua kokeellisiin havaintoihin .....	18
6.3.1. Plasmonit .....	19
6.3.2. Röntgenspektroskopia .....	19
6.3.3. Elektroniominaislämpö .....	20
6.3.4. Magneettinen susceptiivisuus .....	21
6.4. Sähköisiä ominaisuuksia .....	22
6.5. Optisia ominaisuuksia .....	24
6.6. Hall-ilmiö .....	29
6.7. Lämmönjohtavuus .....	29
6.8. Elektronien välisistä vuorovaikutuksista .....	31
6.8.1. Vaihto- ja korrelaatiovuorovaikutus .....	31
6.8.2. Elektronikaasun varjostus .....	34
Liite: Density Functional Theory (DFT) eli tiheysfunktionaaliteoria .....	35
7. Elektronit jaksollisessa potentiaalissa ..	37
7.1. Vapaista atomeista kiteisiin .....	37
7.2. Energiarako eli kielletty energia-alue .....	37
7.3. Brillouin-vyöhykkeet ja johtavuus .....	39
7.4. Kaksidimensioiset hilat .....	41
7.5. Kolmidimensioiset hilat .....	42
7.6. Blochin teoreema .....	43
7.7. Yksinkertaisten metallien kaistarakenne .....	46
7.8. Atomiorbitaalien hybridisaatio .....	46
7.9. Transitiometallien d-kaistat .....	47

7.10. Kolikkometallit Cu, Ag ja Au .....	47
7.11. Harvinaiset maametallit .....	47
<b>8. Metallien koheesio .....</b>	<b>48</b>
8.1. Yksinkertaisimmat metallit .....	48
8.2. Transitiometallit .....	49
8.3. Muut metallit .....	49
<b>9. Metallien ominaisuuksia .....</b>	<b>50</b>
9.1. De Haas–van Alphen-ilmiö .....	50
9.2. Termisiä ominaisuuksia .....	53
9.3. Magneettinen susceptiivisuus .....	54
9.4. Spektroskopiaa .....	54
9.5. Lejeerinkien elektronirakenteesta .....	56
9.6. Resistanssi .....	57
9.6.1. Elektronien efektiivinen massa .....	61
9.6.2. Lejeerinkien resistiivisyys .....	64
9.7. Aukot varauksenkuljettajina .....	64
Liite: "Käänteisavaruuslaskentaa" ja k-pisteiden valinta .....	67
<b>10. Puolijohteet .....</b>	<b>69</b>
10.1. Itseispuolijohde .....	70
10.2. Puolijohteiden kaistarakenteet .....	75
10.3. Seostepuolijohteet .....	79
10.4. Seostuksen vaikutus Fermi-tasoon .....	81
10.5. Varauksenkuljettajien liikkuvuus puolijohteessa .....	83
10.6. Yhdistepuolijohteet .....	84
10.7. Amorfiset puolijohteet .....	86
10.8. Uusia puolijohdemateriaaleja .....	86
10.9. pn-liitos .....	87
10.10. Puolijohdelaser .....	89
<b>11. Sähkömagnetismin perusteita .....</b>	<b>91</b>
<b>12. Eristeet .....</b>	<b>95</b>
12.1. Vapaa atomi .....	95
12.2. Lokaali Lorentz-kenttä .....	97
12.3. Clausius–Mossotti-yhtälö .....	98
12.4. Permittiivisyyden taajuusriippuvuus .....	100
12.4.1. Elektroninen polarisoituvuus .....	100
12.4.2. Ionipolarisoituvuus .....	102

# "TENTISTÄ"

## Valmistautuminen

- käsitteet, määritelmät
- ilmiöiden ymmärtäminen: yhteydet toisiinsa ja kokonaisuudet
- laskurutiini

## Tentti

- 5 tehtävää, 3 h
- tehtävät vaihtelevia:  
*ainakin*  
- 1 helppo — 1 "vaikea"  
- 1 ns. teorialteht. — 2 laskuteht.  
- 1 – 2 teht. laskuharjoituksista
- käsitteet on tunnettava

## Tehtäviin vastaaminen

- aloita helpoimmasta
- kirjoita riittävästi: selitä, perustele, erottele lähtökohdat ja oletukset
- selitä kaikki symbolit, joita käytät
- vektorisuureet vektoreina