

# CHEM-C2450

# Materiaalien ominaisuudet

---

KEVÄT 2021

VASTUUOPETTAJA: YLIOPISTOLEHTORI TKT KIRSI YLINIEMI

KIRSI.YLINIEMI@AALTO.FI



# Luento-, COMSOL-harjoitus- ja laskutupa-ajat

## Luennot ZOOMissa

### Periodi IV

Ma 14:15-16:00

Ti 10:15-12:00

Ei maanantaina 22.4. (COMSOL-sessio)

Ei maanantaina 5.4. (2. pääsiäispäivä)

### Periodi V

Ti 20.4 10:15-12:00

Ma 26.4. 14:15-16:00

Ti 27.4 10:15-12:00

Ke 5.5. 13:15-16:00 (kertaussessio)

## Laskutuvat ZOOMissa

### Periodi IV

Ke 13:15-16:00

### Periodi V

Ke 21.4. 13:15-16:00

Ke 28.4. 13:15-16:00

## COMSOL

### COMSOL-harjoitukset / kyselytunnit

Ma 22.3.\* 14:15-17:00

Ti 6.4 10:15-12:00 (2 h)

Ma 19.4. 14:15-17:00

Ma 3.5. 14:15-17:00

\*22.3. pakollinen läsnäolo 22.3.

Muut ovat vain COMSOL-kyselytunteja,  
joista voi tulla hakemaan apua

# Luennot + harjoitukset IV periodi

Vko: pvm	Luennot (2 h) – Periodi IV Ma 14:15-16:00 ja Ti 10:15-12:00	Viikottaiset visat	Viikkoharjoitukset (3 h) – Periodi IV Ke 13:15-16:00
Vko 09: 1.3.-7.3.	Luento 1: Johdanto kvanttimaailmaan Luento 2: Fermi energia + Brillouin-alue	Visa 1	Harjoitukset 1 (Johdanto)
Vko 10: 8.3.-14.3.	Luento 3: Sähköiset ominaisuudet I Luento 4: Sähköiset ominaisuudet II	Visa 2	Harjoitukset 2 (Sähköiset I-II)
Vko 11: 15.3.-21.3.	Luento 5: Sähköiset ominaisuudet III Luento 6: Termiset ominaisuudet	Visa 3	Harjoitukset 3 (Sähköiset III-Termiset )
Vko 12: 22.3.- 28.3.	COMSOL 1 (HUOM! 3 h, 14:15-17:00) Luento 7: Magneettiset ominaisuudet I	Visa 4	Harjoitukset 4 (Magneettiset I)
Vko 13: 29.3.-4.4.	Luento 8: Magneettiset ominaisuudet II Luento 9: Magneettiset ominaisuudet III	Visa 5	Harjoitukset 5 (Magneettiset I-II)
Vko 14: 5.4.-11.4.	Ei luentoa: Pääsiäismaantai COMSOL 2 (HUOM! 2 h, 10:15-12:00)	Ei visaa	Ei harjoituksia

Pe 2.4. - Pitkäperjantai  
Ma 5.4. - 2. pääsiäispäivä

Pe 1.5. - Wappu  
To 13.5. - Helatorstai

# Luennot + harjoitukset

## V periodi

Vko: pvm	Luennot - Periodi V Ma 14:15-16:00 ja Ti 10:15-12:00	Viikottaiset visat	Viikko- harjoitukset – Periodi V Ke 13:15-16:00
Vko 16: 19.4.-25.4.	COMSOL 3: kyselytunti (HUOM! 3 h 14:15-17:00)	Visa 6	Harjoitukset 6 (Dielektriset)
	Luento 10: Dielektriset ominaisuudet		
Vko 17: 26.4.-2.5.	Luento 11: Optiset I	Visa 7	Harjoitukset 7 (Optiset I-II)
	Luento 12: Optiset II		
Vko 18: 3.5.-9.5.	COMSOL 4: kyselytunti (HUOM! 3 h 14:15-17:00)	Ei visaa	Kertaussessio
	Ei opetusta		

### Online -ryhmätentit (4.5 h)

Kurssitentti : 17.5. 09:00-13:30

Tentti: 1.6. 09:00-13:30

Pe 2.4. - Pitkäperjantai  
Ma 5.4. - 2. pääsiäispäivä

Pe 1.5. - Wappu  
To 13.5. - Helatorstai

# Kurssipäiväkirja

Tee kurssipäiväkirjaa jokaiselle aiheelle **KAKSI kertaa**:

- 1) Kurssin alussa laita arvioisi KAIKISTA aiheista → 1-5, feelings, **expectations = odotukset**
- 2) **MUUTA arvioitasi sitten kun ko. aihe on opetettu** → 1-5, feelings, **reflections = analysointi (miltä oppiminen nyt tuntuu)** riippuen siitä miten tuntemuksesi ovat muuttuneet → ***Näin siis pääset itse seuraamaan omaa oppimistasi***

Aihe	Deadline	HUOM!
Johdanto kvanttimaailmaan	Su 7.3.	Teoriaopetus
Sähköiset ominaisuudet	Su 21.3.	Teoriaopetus
Termiset ominaisuudet	Su 21.3.	Teoriaopetus
Magneettiset ominaisuudet	Ti 6.4.	Teoriaopetus
Dielektriset ominaisuudet	Su 25.4.	Teoriaopetus
Optiset ominaisuudet	Su 2.5.	Teoriaopetus

→ Tämä on myös palautetta minulle, ja yritän ottaa sen mahdollisuuksien mukaan huomioon.

**HUOM! Kurssipäiväkirja EI ole anonyymi** eli näet myös muiden opiskelijoiden kommentit ja opettaja näkee myös nimet vastauksissa.

# Kurssimateriaali

---

**1. R.J.D. Tilley, Understanding Solids – Science of Materials, Wiley, 2nd Ed.**

- *Linkki MyCoursesin etusivulla*

**2. Kalvot, harjoitukset ja vastaukset (MyCoursesissa)**

**3. Videoluennot (MyCoursesissa)**

**Kiinnostuneille myös seuraavat kirjat voivat olla hyödyllisiä (ei pakollisia tällä kurssilla):**

*S. Elliot, The Physics and Chemistry of Solids*

*R.J. Naumann, Introduction to the Physics and Chemistry of Materials*

*J. Patterson ja B. Bailey, Solid-State Physics – Introduction to the Theory*

**ASENNA KONEELLES COMSOL-OHJELMA ENNEN 1. COMSOL-SESSIOTA ([download.aalto.fi](http://download.aalto.fi))**

Pelkkä luentokalvojen lukeminen ei riitä,  
jos haluaa **YMMÄRTÄÄ**  
kiinteän olomuodon fysiikkaa  
(ne eivät siis yksinään riitä myöskään tällä kurssilla)

Lue  
kurssikirjaa  
säännöllisesti,  
katso  
videoluennot

Toisaalta,  
luennoilla käydään  
joitakin asioita  
tarkemmin kuin  
kurssikirjassa

# R.J.D. Tilley, Understanding Solids – Science of Materials, Wiley, 2nd Ed.

Kirjan kappaleet (OSAT 2-4)	Pääotsikko	Luennot ja aihe
Kappaleet: 1.1.1-1.1.3 and 2.3.2-2.3.4 Videoluennot A-B	<i>Hydrogen atom Metallic bonding and energy bands</i>	<b>Luennot 01-02:</b> Johdanto kvanttimaailmaan Tilatiheysfunktiot ja Fermi-energia
Kappaleet 13.1-13.4 ja 13.6 Videoluento C, Videoluennot 1-2	<i>Electronic conductivity in solids (ei Nanostructures)</i>	<b>Luennot 03-05:</b> Sähköiset ominaisuudet I-III
Kappaleet 15.1-15.4 Videoluento 3	<i>Thermal properties (ei Magnetocaloric)</i>	<b>Luento 06</b> Termiset ominaisuudet
Kappaleet 12.1-12.5 Osa 1 – kappale 1.3 Videoluento 4	<i>Magnetic solids (ei Nanostructures tai Magnetic Defects) Atomic energy levels</i>	<b>Luennot 07-09</b> Magneettiset ominaisuudet I -III
Kappaleet 11.1-11.3.3 ja 11.3.5-11.3.7 Videoluento 5	<i>Insulating solids (ei Ferro vs. temperature (11.3.4), ei ferrodoppaus tms. (11.3.8 →))</i>	<b>Luento 10</b> Dielektriset ominaisuudet
Kappaleet 14.1-14.9 Videoluento 6	<i>Optical aspects of solids (ei Nanostructures)</i>	<b>Luennot 11-12</b> Optiset ominaisuudet I-II



**Kurssilla on kaksi arvostelutapaa (TAPA 1 ja TAPA 2),  
mutta sinun ei tarvitse tehdä mitään päätöstä tästä  
missään vaiheessa kurssia**

**→ Arvosana määräytyy automaattisesti sen mukaan,  
kummalla tavalla saat paremman arvosanan**

*Yksityiskohdat molemmista tavoista ovat seuraavilla kalvoilla.*

# Arvostelutapa 1 - vahvasti suositeltu → syväoppiminen

Arvostelukohde		Yhteensä	Huom
<b>Aktivoivat harjoitukset</b> (Teorialuennoilla 01-12)	0.5 p. / luento	12 luentoja x 0.5 p= <b>6 p.</b>	<i>Kompensoivat esseet</i>
<b>Viikoittaiset a,b,c -visat</b> (Luentoviikot 01-05 ja 07-08)	1 p. / viikko	7 viikkoa x 1 p = <b>7 p.</b>	
<b>Kotitehtävät</b>	2 p. / viikko	7 viikkoa x 2 p = <b>14 p.</b>	<i>Tehdään kotona, vinkkejä ja apua vain laskutuvista</i>
<b>COMSOL</b>	COMSOL I = 3 p COMSOL II = 12 p	<b>15 pistettä</b>	<i>COMSOL I -harjoituksia 24.3 ei voi korvata</i>
<b>Tentti</b>		5 x 5 p. = <b>25 pistettä</b>	<i>Läpipääsy: Min. 7 pistettä</i>
<b>Yhteensä</b>		<b>67 pistettä</b>	

**Kurssin pääsee läpi 26 pisteellä (40 %), min. 7 p. tenttitehtävistä**

*Kurssipäiväkirjasta voi saada +2 p. tenttiin:*

*kuitenkin tentistä max. 25 p.*

# Arvostelutapa 2

---

Arvostelukohde		Yhteensä	Huom
COMSOL	COMSOL I = 2 p. COMSOL II = 5 p.	<b>7 pistettä</b>	COMSOL I tehdään harjoituksissa 24.3, ei voi korvata
Tentti		5 x 5 pistettä = <b>25 pistettä</b>	Läpipääsyyn: Min. 7 pistettä
<b>Yhteensä</b>		<b>32 pistettä</b>	

**Kurssin pääsee läpi 12 pisteellä (40 %), min. 7 p. tenttitehtävistä**

**MyCoursesin Arvosanat–kohdassa arvostelu näkyy Arvostelutapa 1:sen mukaan.**

# Pisteet

---

## TAPA 1

22 % COMSOL

37 % Tentti

9 % Luennot

21 % Harjoitukset

11 % Viikoittaiset visat

+ 2 pluspistettä kurssipäiväkirjasta

Pisteet ovat voimassa kunnes ensi vuoden toteutus alkaa.

## TAPA 2

22 % COMSOL

78 % Tentti

**Arviointi tulee sen mukaan, kummalla tavalla saat paremman arvosana.**

**Sinun ei tarvitse tehdä valintaa erikseen.**

# Arvostelusta vielä

---

- Arvosanan saa sen arvostelutavan mukaan, josta tulee parempi arvosana.
  - *Arvosanat-kohdassa (MyCourses) pisteet ovat Arvostelutapa 1:sen mukaan*
- Pisteet pyöristetään 0.20 p mukaan (alas- tai ylöspäin)
- Molemmissa tavoissa n. 22 % COMSOL-harjoituksista
- Molemmissa tavoissa min. 7 pistettä tenttitehtävistä
- Molemmissa tavoissa läpipääsyyntä tarvitaan 40 %

# Aktivoivat harjoitukset luennoilla

---

## Teorialuennoilla

(Luennot 01-12)

*Kompensointi  
viikottain,  
esseillä / lisätehtävillä  
**DL sunnuntaisin  
klo 23:59***

1-3 aktivoivaa harjoitusta /  
luento

Max. 0.5 pistettä / luento

# Viikottaiset a,b,c -visat

---

Visat perustuvat teorialuentoihin ja vastaaviin kappaleisiin kirjassa  
Visat tehdään kotona, viikottain  
**1 p / viikko, yhteensä 7 pistettä**

## **Kun uusi visa aukeaa, vanha sulkeutuu:**

- Visat julkaistaan maanantaisin
- Visaa on aika tehdä 1 viikko

*Visaa ei voi  
kompensoida,  
vaan se  
tehdään  
kotona*

# Kotitehtävät

## ***Ethän tuhoa omaa tai muiden oppimista:***

- *Ei kannata googlata vastauksia*
- *Ei kannata kopioida kaverin vastauksia*
- *Ethän jaa vastauksia eteenpäin: tuhoat sillä muiden oppimista*

**Yksi laskutupa viikossa:  
3 h / viikko**

1. Koko kurssin tehtävät julkaistaan kurssin alussa: **2 tehtävää/viikko, jokainen tehtävä 1 p.**
2. Laskutuvissa käsitellään juuri sen viikon tehtäviä
3. Neuvoja ja vinkkejä saa vain laskutuvista
4. Palauta kirjoittamalla vastauksesi MyCoursesiin kansioon
- 5. Palauta viikoittain: DL sunnuntaisin klo 23:59**
6. Vastaukset julkaistaan palautuksen jälkeen  
(= myöhästyneitä palautuksia ei arvostella)



# Kotitehtävistä

---

- **Joistakin tehtävistä on useampia versioita**  
→ MyCourses arpoo sinulle yhden version.
- **Joissakin tehtävissä taas alkuarvot muuttuvat**  
→ MyCourses arpoo sinulle alkuarvot.
- **Joissakin tehtävissä on useampia kohtia**  
→ pisteytys määräytyy ko. kohtien vaikeustason mukaan:
  - Esim. (a)-kohta (0.25 p), (b)-kohta (0.75 p)
  - Tämä on aina tehtäväkohtainen  
→ pisteytys on kerrottu tässä tehtäväpaperissa.
- **Voit yrittää vastata laskutehtäviin vain kolme kertaa.**
- **Lukuarvo on oikein, jos se heittää max. 10 %.**  
**Uudelleenyritys ei johda pisteiden menetykseen.**
- **Visa-tyylisiä kysymyksiä (esim. "valitse oikea vaihtoehto (a), (b) tai (c)") voit yrittää vain kerran.**

# COMSOL 1/2: Harjoitusten tekeminen

---

- Harjoitukset julkaistaan heti kurssin alussa
- Kaksi harjoitusta
  - **1. harjoitus: tehdään yhdessä sessiolla 22.3. 14:15-17:00 (3h)**  
→ **3 pistettä (TAPA 1) tai 2 pistettä (TAPA 2)**
  - ei erillistä palautusta, vaan läsnäolo sessiolla, jota ei voi korvata
  - **2. harjoitus: saa tehdä 1-3 hengen ryhmissä kotona**  
→ **12 pistettä (TAPA 1) tai 5 pistettä (TAPA 2)**  
Päätös ryhmistä viimeistään session 22.3. jälkeen

**Harjoitukseen 2 saa apuja COMSOL-kyselytunneilta,  
joihin EI ole pakko osallistua**

Ti 06.4. 10:15-12:00 (2 h)  
Ma 19.4. 14:15-17:00 (3 h)  
Ma 03.5. 14:15-17:00 (3 h)

# COMSOL 2/2: Harjoitusten palautus

---

- **Harjoitus 1:stä ei palauteta erikseen:**

- Pisteet saa, kun on läsnä sessiolla **22.3.** ja yrittää parhaansa

- **Harjoitus 2 videopalautuksena:**

**Tee n. 5 min video, jossa käyt COMSOL-ohjelman kanssa vastauksesi läpi**

1. Kerro COMSOLia käyttäen, miten harjoitus on tehty
2. Selitä taustalla vaikuttava ilmiö ja simuloinnin havainnot (miksi systeemi käyttäytyy, kuten se käyttäytyy)

- **HUOM! Sinun on näyttävä videossa, esim. “puhuva pää” ylänurkassa.**

- **Ryhmätyössä kaikkien on näyttävä videossa jossakin välissä.**

- **Palauta video viim. sunnuntaina 16.5. klo 23:59.**

Video-ohjelmia: Panopto, Screencast-o-matic

# Online-ryhmätentti (max. 25 pistettä)

Kurssitentti: Ma 17.5. klo 09:00-13:30

Uusinta: Ti 1.6. klo 09:00-13:30

- **Tentti tehdään 1-3 hengenryhmissä kotona, palautetaan MyCoursesiin**
  - **Yksi palautus / ryhmä, kaikki ryhmässä saavat samat pisteet**
- **Kysymys voi olla:**
  - 1) Lasku
  - 2) Esseekysymys / lyhyt selitys useasta eri asiasta (kaavioiden kanssa tai ilman)
  - 3) Yhdistelmä laskuista ja esseestä /selityksistä
- **Min. 7 pistettä tentistä, riippumatta kurssin muista pisteistä**
- **Kotitentti, joka palautetaan MyCoursesiin**  
**5 kysymystä (á max. 5 pistettä) →25 pistettä**

**Lue tenttiohjeet huolella erillisestä Kotitenttiohjeesta:  
Löytyy MyCoursesista / Kotitentit -osiosta.**

# Perustelut opetusmetodeihin

## Aktivoivat harjoitukset luennoilla ja viikottaiset a,b,c -visat

Vahvistavat ymmärtämistä  
Korostavat tärkeimpiä asioita  
Enemmän aikaa sisäistää asioita

## Kotitehtävät ja COMSOL

Asioiden prosessointi eri näkökulmasta ja kertaus  
→ “ahaa-elämys”

## Kurssipäiväkirja

Meta-ajattelu: “Mitä minä osasin ennen ja mitä nyt?”  
→ Oppimisen näkyväksi tekeminen

## Online-ryhmätentti

Kurssin yhteenveto  
Prosessointi → todellinen ymmärrys  
Vastaa todellisempaa työelämän tilannetta: *“Ratkaistaan ongelmia (yhdessä), materiaalin kanssa.”*

# Työmäärä

		Yhteensä	Huom!	Yhteensä
Luennot	2 x 2 h / viikko (+ 3 h kertaus)	12 x 2 h + 1 x 3 h = 27 h	Kontaktiopetus	<b>Kontaktiopetusta yhteensä: 59 h</b>
Laskutuvat	1 x 3 h / viikko	7 x 3 h = 21 h	Kontaktiopetus	
COMSOL- harjoitukset	2-3 h / kerta	3 x 3 h + 1 x 2 h = 11 h	Kontaktiopetus	
COMSOL- kotitehtävä		2 x 6 h = 12 h	Kotitehtävä	<b>Itsenäistä opiskelua yhteensä: 63 h</b> Luentoaikoina: <b>n. 5 h / viikko (sisältää COMSOL –työn)</b> Tenttiä ennen: <b>3 kokonaista työpäivää</b>
Luennoille valmistautuminen		12 x 1 h = 12 h	Itsenäinen opiskelu	
Viikkoharjoitukset ja visat		7 x 3 h = 21 h	Itsenäinen opiskelu	
Tenttiin valmistautuminen		3 x 6 h = 18 h	Itsenäinen opiskelu	
Tentti	4 h	1 x 4 h = 4	Tentti	<b>Tentti 4 h</b>
<b>Yhteensä</b>		<b>126 h</b>		