

# Teoreettisen fysiikan esittely

Fysiikan laitos  
Oulun yliopisto  
15.9.2011

Erkki Thuneberg

Nämä kalvot on saatavissa osoitteessa  
[http://physics oulu.fi/teoreettinen\\_fysiikka](http://physics oulu.fi/teoreettinen_fysiikka)

# Sisältö

Mitä on teoreettinen fysiikka?

Tutkimuskohteet Oulussa

Kursseja

Valmistumisen jälkeen

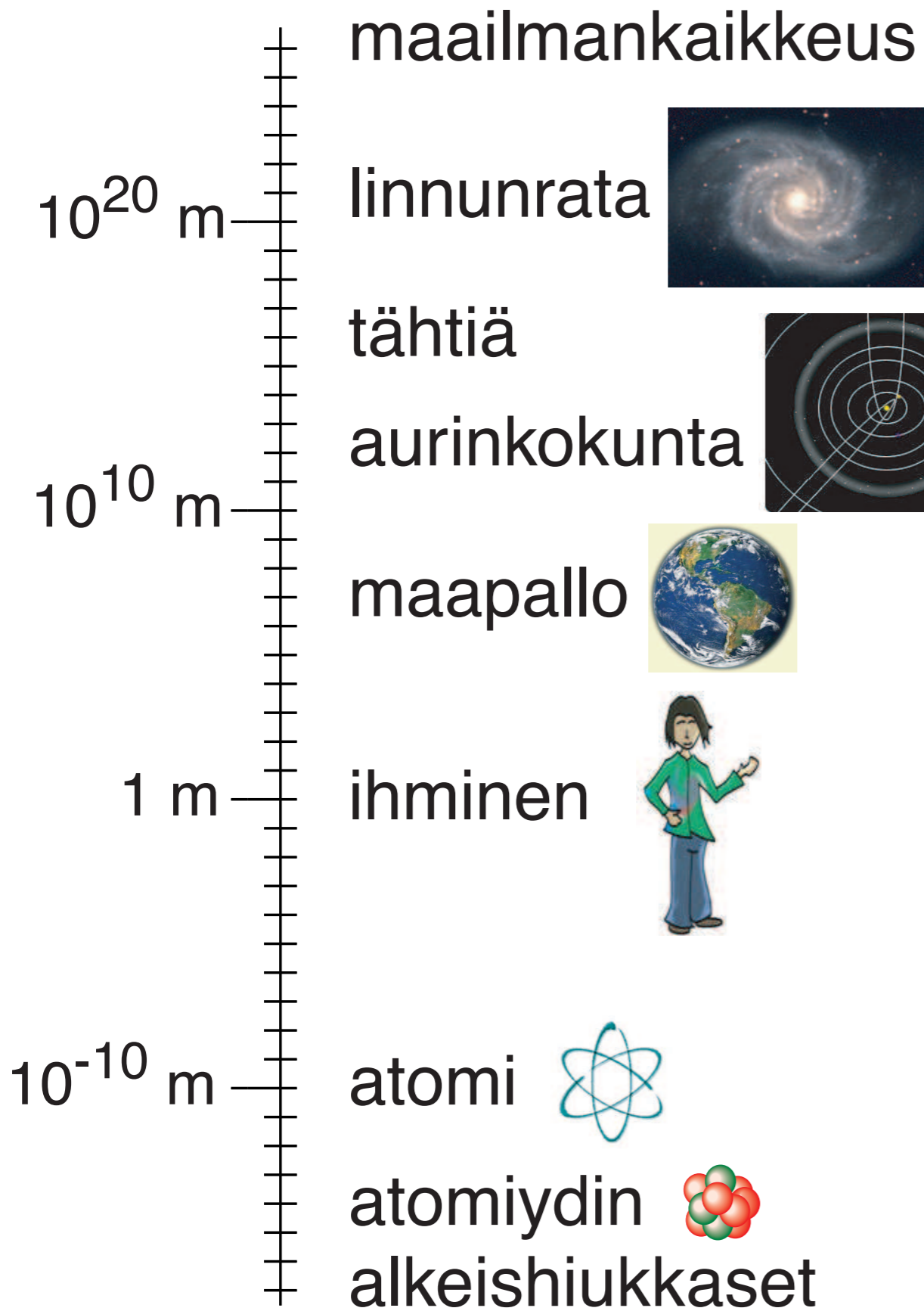
Matematiikka

Fysiikka

Teoreettinen fysiikka

Tietotekniikka

# Mittakaavat



# Tutkimus Oulussa

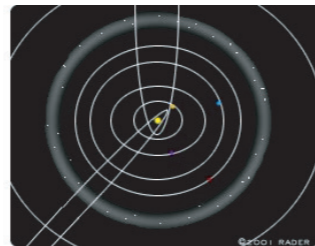
maailmankaikkeus

$10^{20}$  m linnunrata



tähtiä

$10^{10}$  m aurinkokunta



maapallo



1 m

ihminen



$10^{-10}$  m atomi



atomiydin



alkeishiukkaset

tähtitiede

avaruusfysiikka

geofysiikka

aineen  
rakenne

biofysiikka

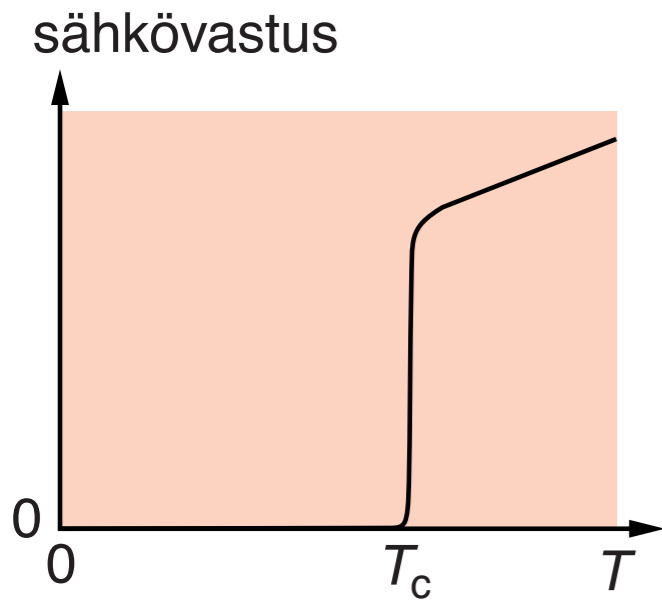
mesoskooppinen fysiikka

atomi- ja molekyyelifysiikka

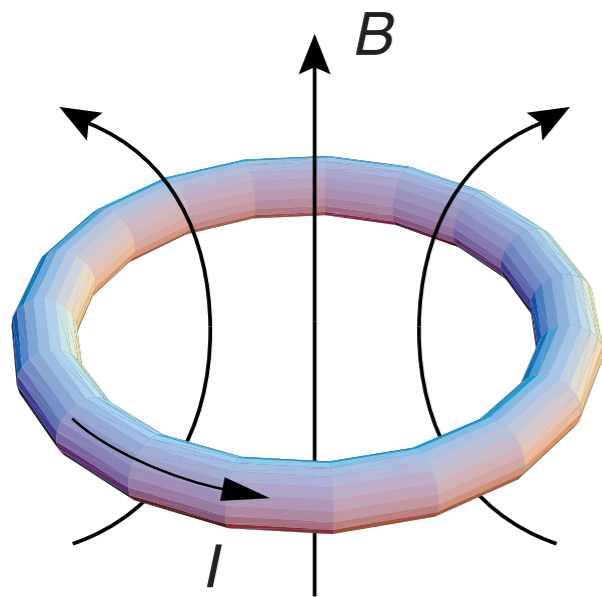
# Mesoskooppinen fysiikka



# Suprajohtavuus



suprajohtava metalli:  
sähkövastus häviää  
kokonaan matalissa  
lämpötiloissa



suprajohtavaan renkaaseen on  
indusoitunut pysyvä virta

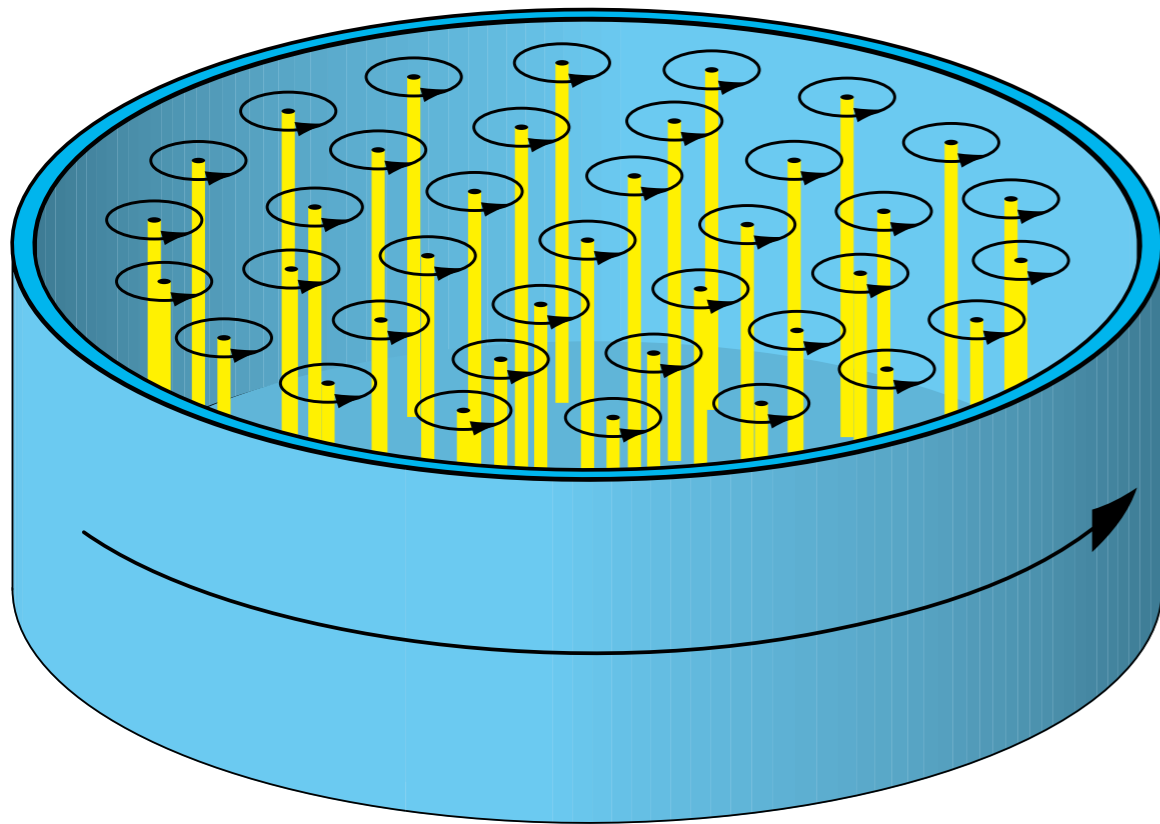
kvantittunut magneettivuo

$$\Phi = n\Phi_0$$

$$\Phi_0 = \frac{h}{2e}$$

# Suprajuoksevuus

supraneste: nesteen viskositeetti häviää matalissa lämpötiloissa



supraneste ( $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ ) ei voi pyöriä tasaisesti

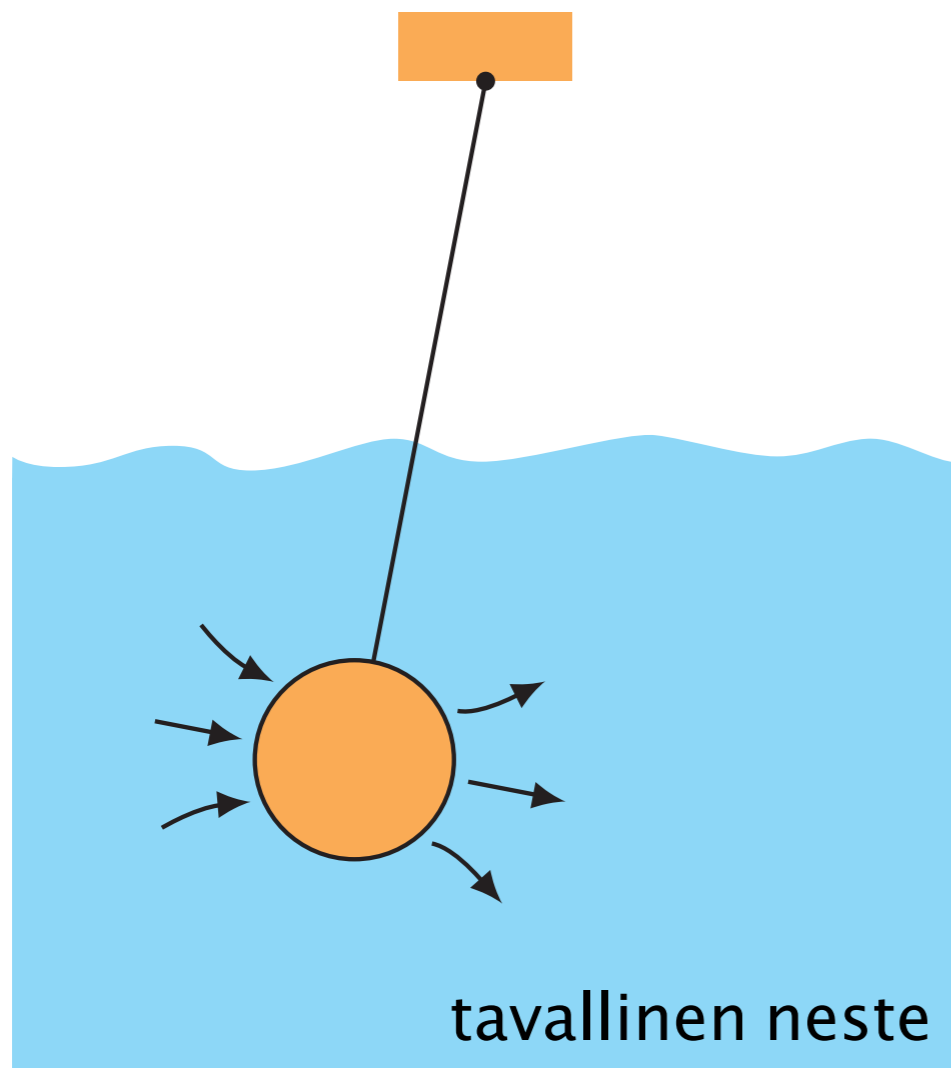


# Fermi-neste

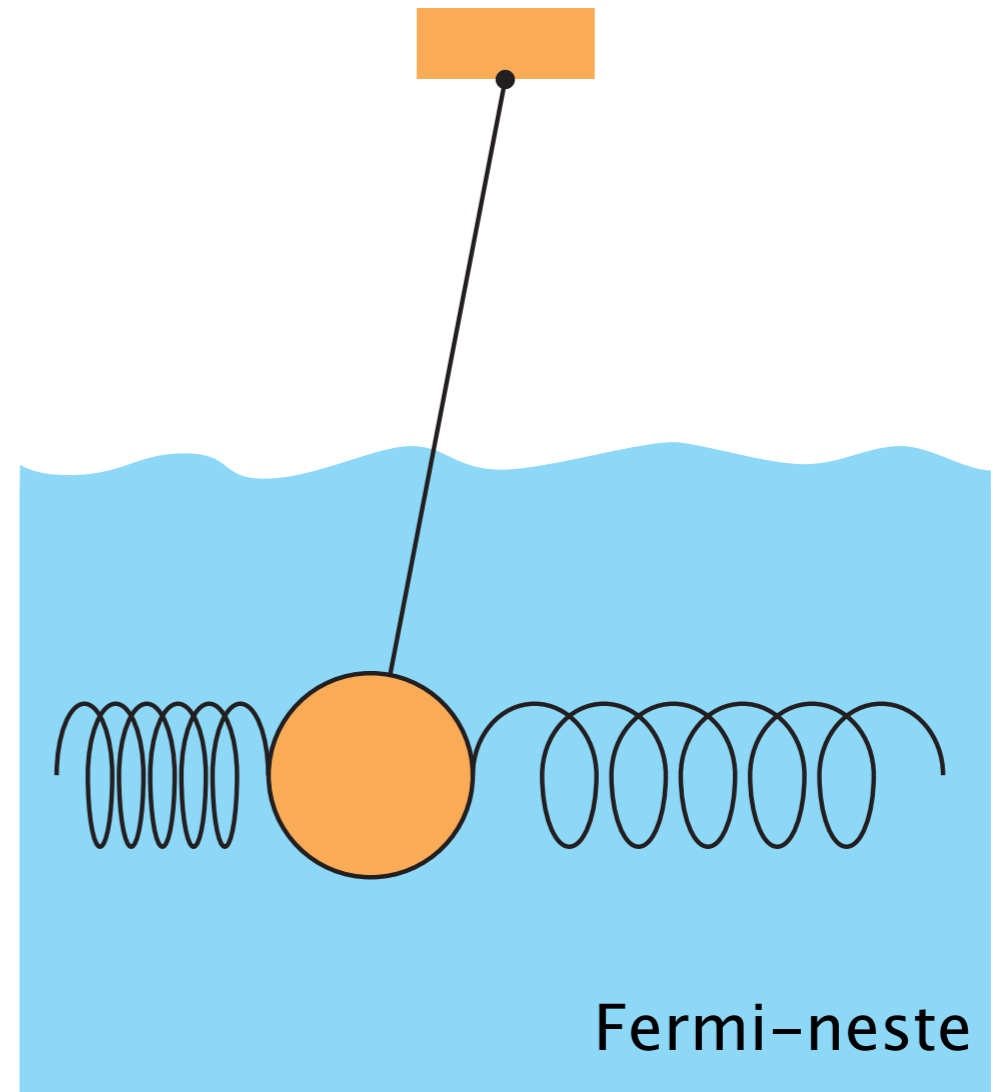
- metallien johtavuuselektronit
- nestemäinen  $^3\text{He}$  matalissa lämpötiloissa
- neutronitähtien sisusta
- harvat kaasut matalissa lämpötiloissa

Fermi-nesteteorialla voidaan ymmärtää näiden sekä normaali- että supratila

# Heiluri Fermi-nesteessä

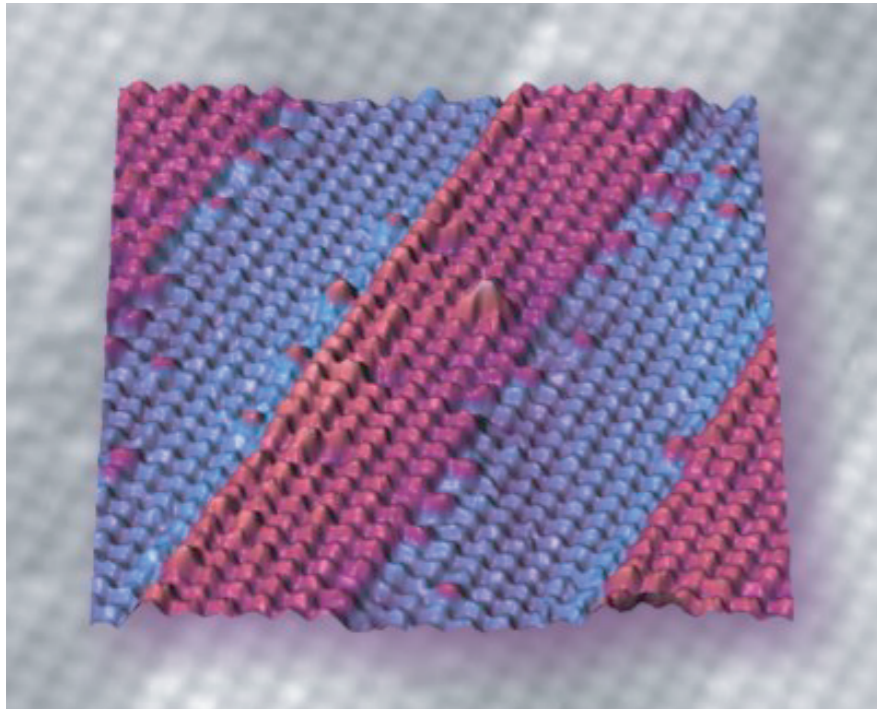


Heilurin liike aiheuttaa nesteen virtauksen. Tämä lisää heiluvaa massaa ja siten pienentää heilahdustaajuutta.

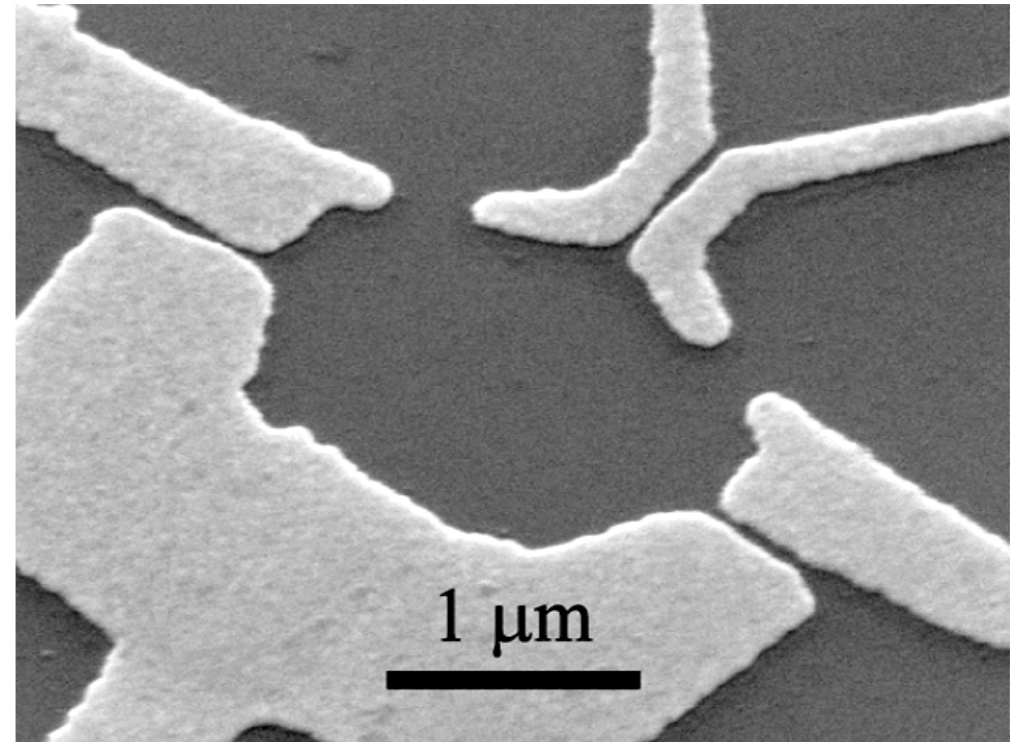


Fermi-nesteessä heilurin taajuus saattaa kasvaa, ikään kuin heiluriin olisi kiinnitetty jouset.

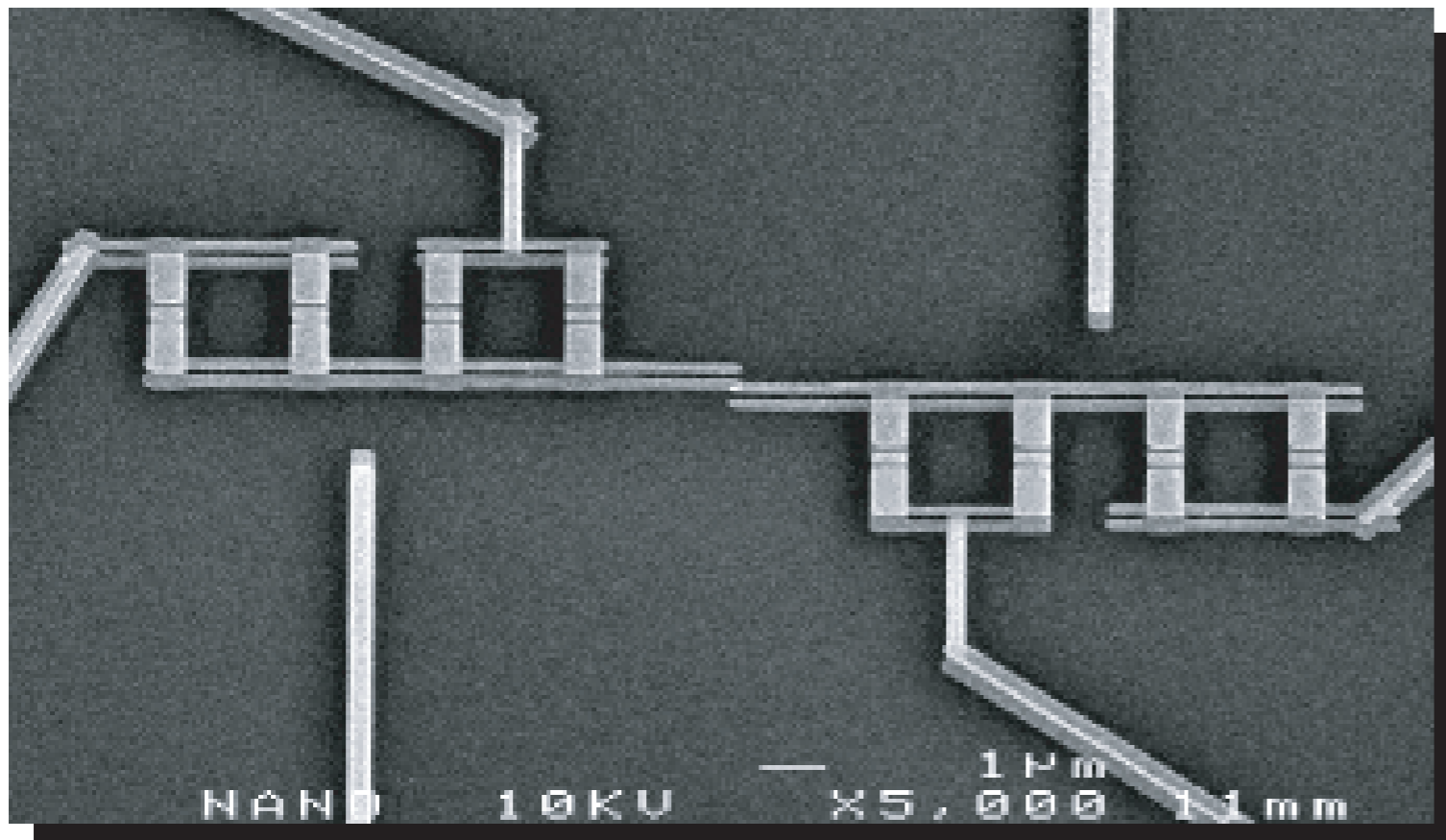
# Nanorakenteita



superhila



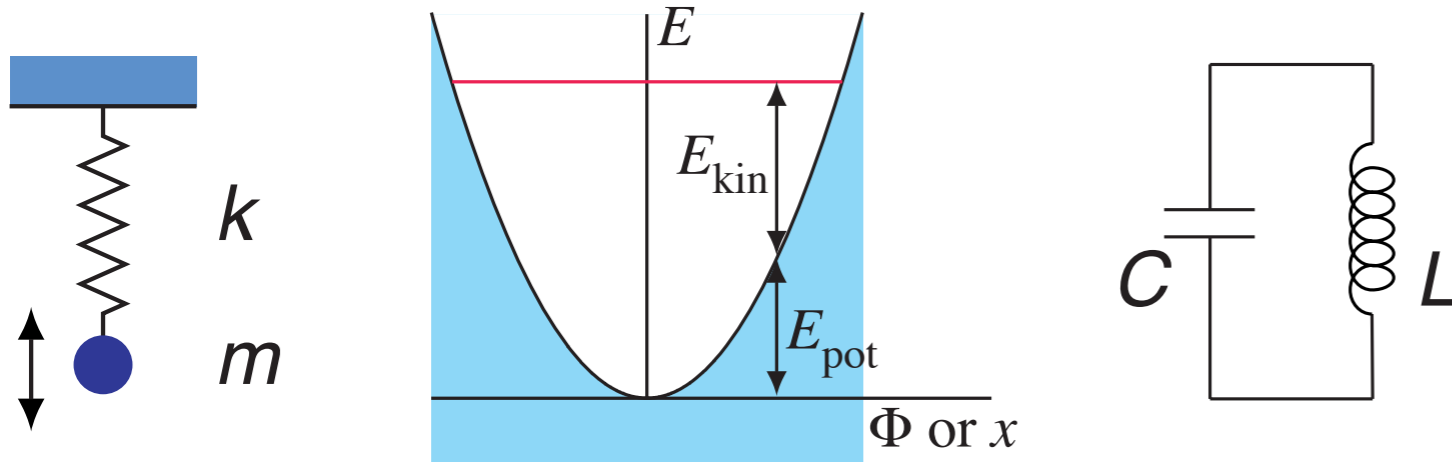
kvanttipeite



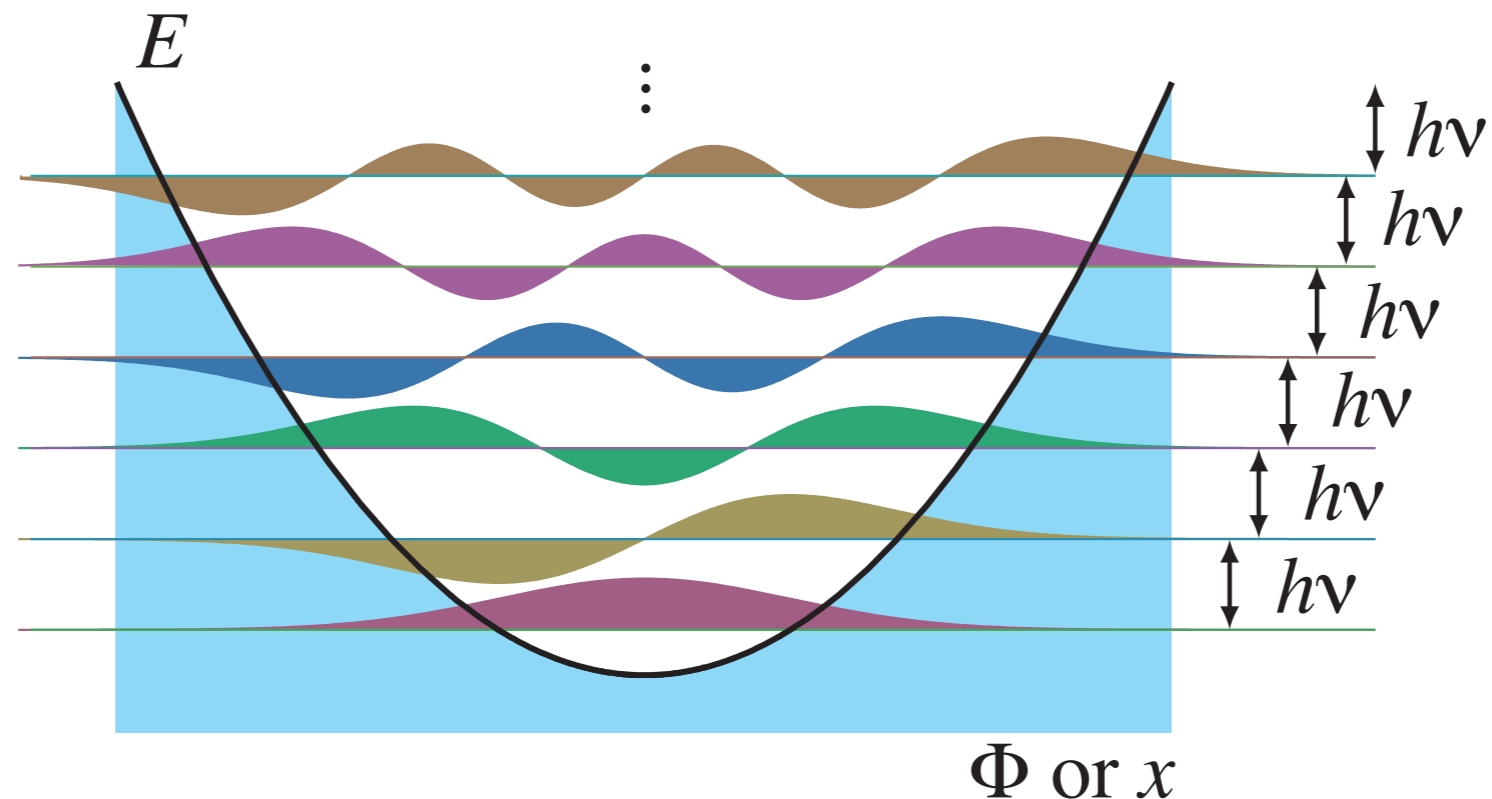
Josephsonin liitos

# Makroskooppiset kvantti-ilmiöt

harmoninen oskillaattori



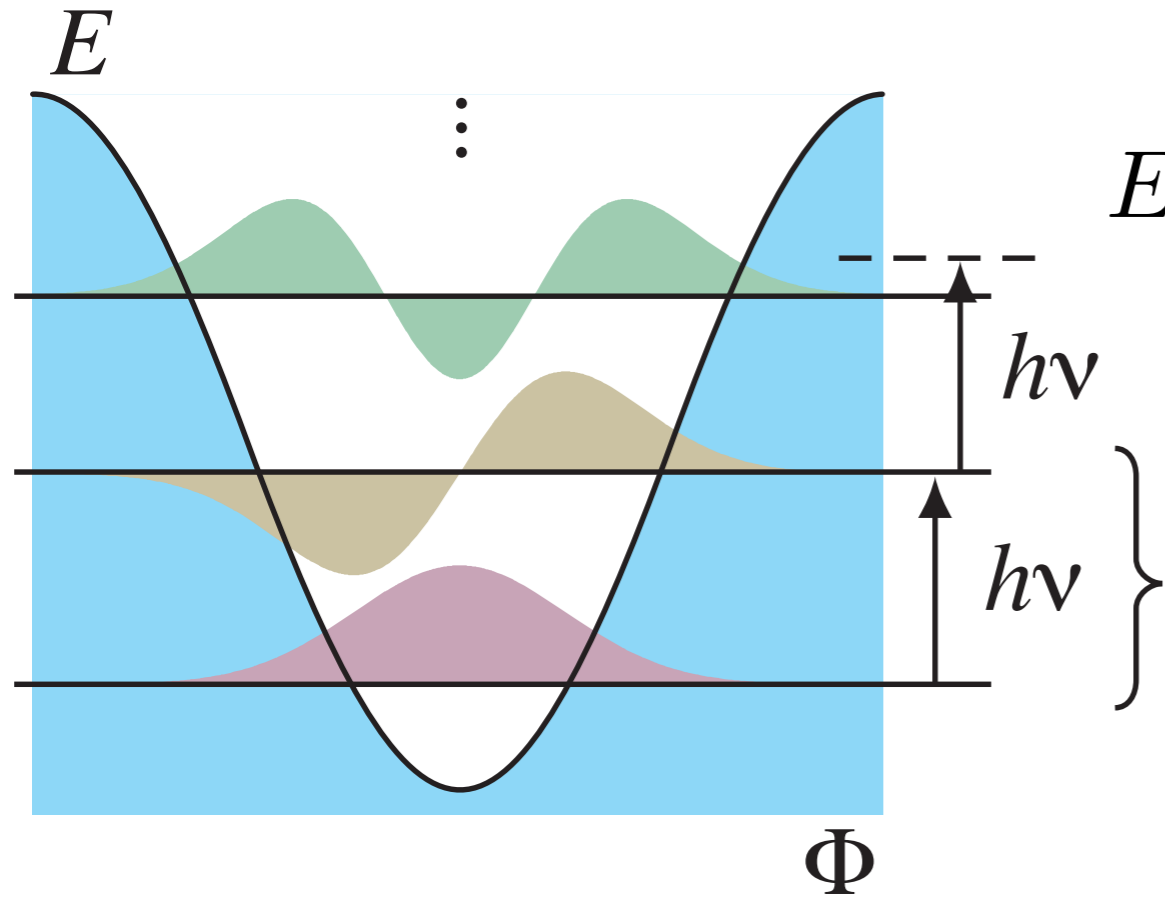
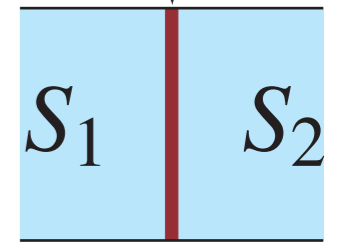
mutta hiukkanen/magneettivuo onkin aalto  
→ seisovat aallot harmonisessa potentiaalissa



# Josephsonin liitos

ohut eristekerros kahden  
suprajohtavan elektrodin välissä

ohut eristekerros



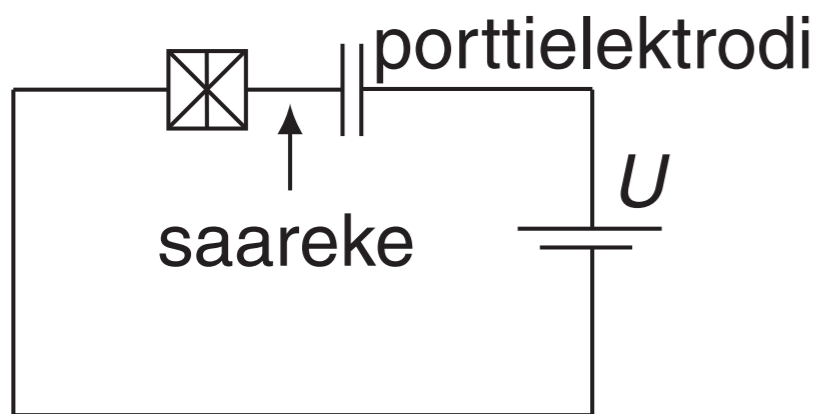
$$E_{\text{pot}} = -E_J \cos \frac{2\pi\Phi}{\Phi_0}$$

$$\Phi_0 = \frac{h}{2e}$$

kaksitilasysteemi = qubitti

yksi Cooperin pari ( $Q=2e$ )  
enemmän tai vähemmän  
saarekkeella

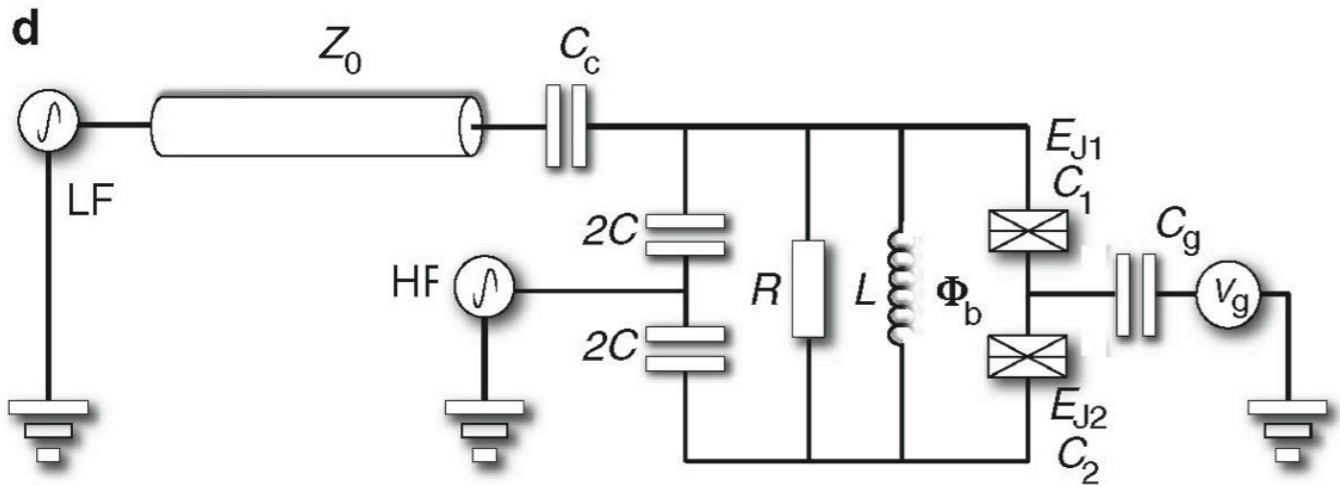
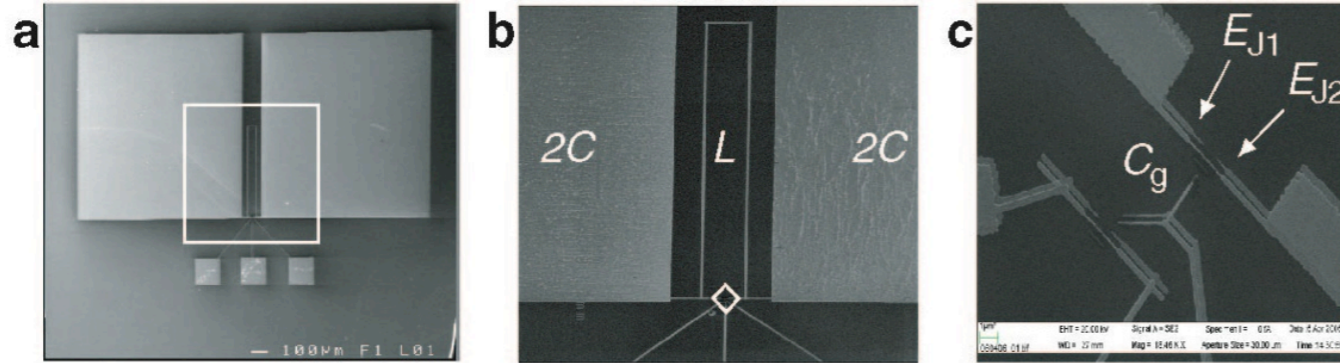
“Cooperin parien laatikko”



vaatimukset: pieni kapasitanssi, matala  
lämpötila  $C \sim 10^{-15} \text{ F}, T < 1 \text{ K}$

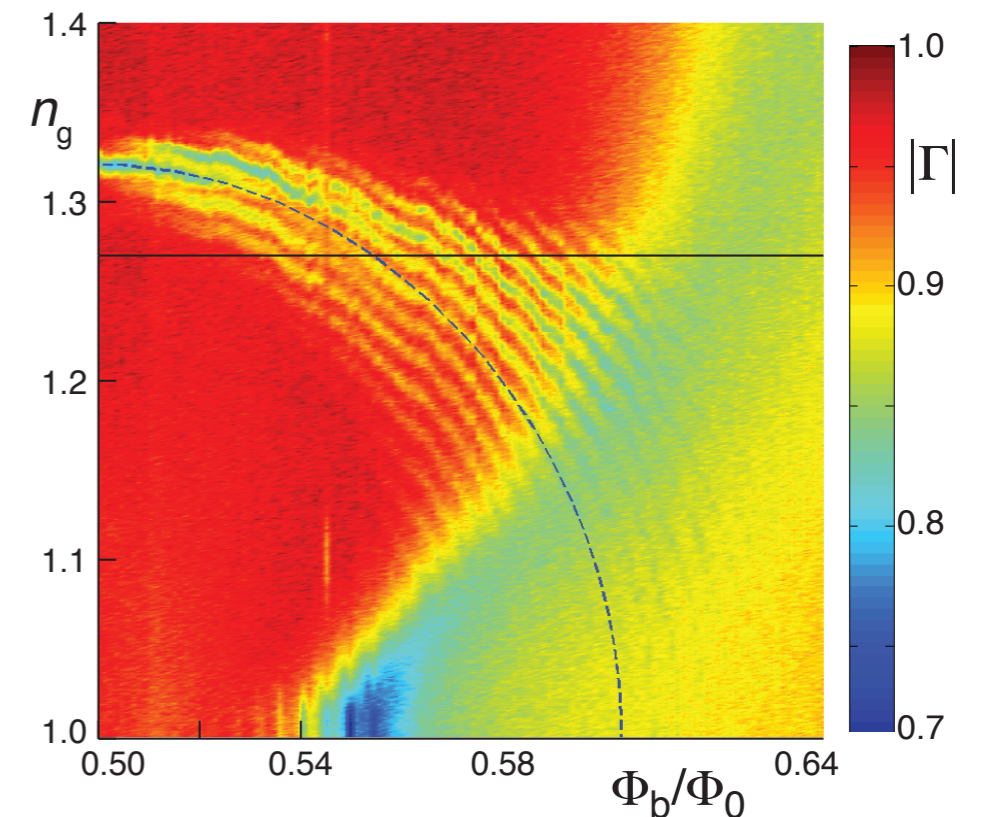
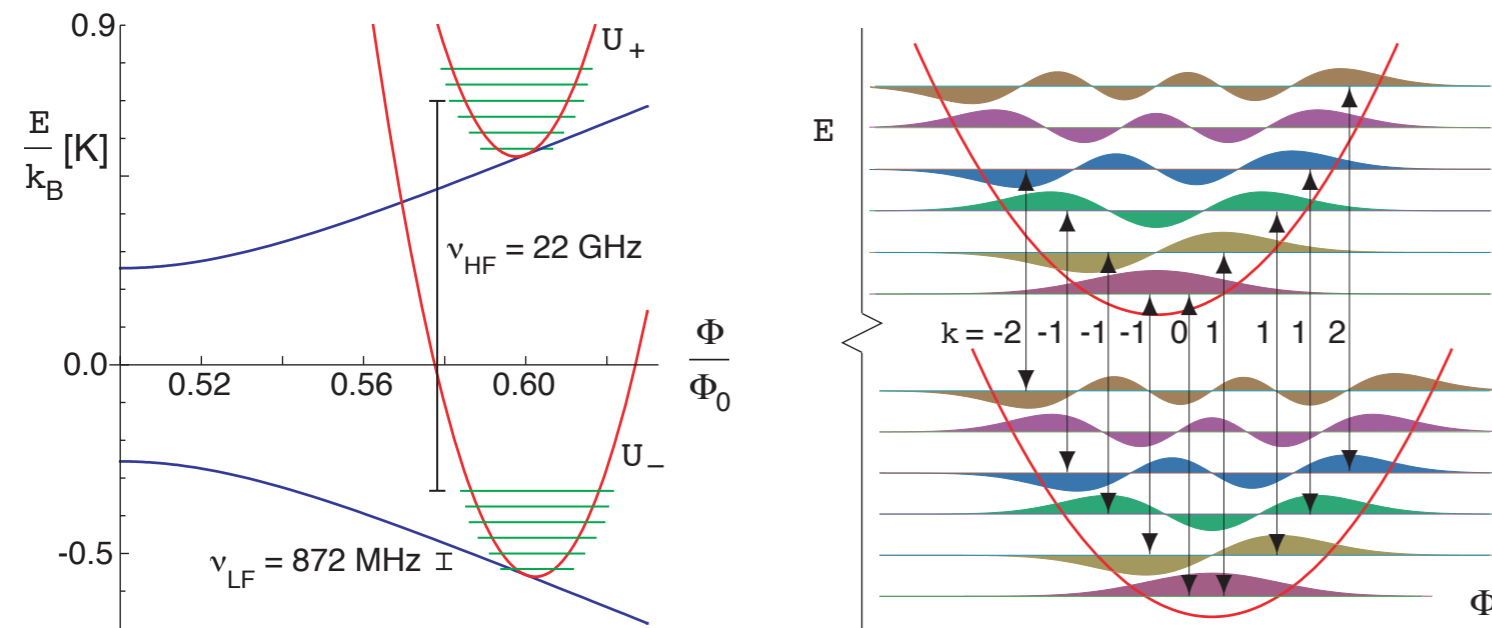


# Keinotekoinen molekyyli



- energiarakenne  
samanlainen kuin  
kaksiatomisella  
molekyylillä

- eri parametrit, voidaan  
vaikuttaa valmistuksessa  
ja myös kokeen aikana



# Opetus

Teoreettinen fysiikka pääaineena

Teoreettinen fysiikka sivuaineena

Tavoitteet

- laaja-alainen fysiikan ymmärtäminen
- yksityiskohtaiset tiedot joltain erityisalalta

# Kurssit

## Matematiikka:

- Fysiikan matematiikkaa
- syvällisempi oppiminen matematiikan laitoksen kursseilla

## Tietokoneet, ohjelmointi, laskenta:

- Ohjelmoinnin perusteet
- Numeerinen mallintaminen, ...

## Yleistä fysiikkaa, erityisesti

- Mekaniikka
- Aaltoliike ja optiikka
- Sähkömagnetismi
- Atomifysiikka 1
- Kiinteän aineen fysiikka
- Termofysiikka

## Fysiikan teoriakursseja:

- Johdatus suhteellisuusteoriaan 1 ja 2
- Analyyttinen mekaniikka
- Kvanttimekaniikka I ja II
- syventävät opinnot



# Maisterien sijoittuminen

Otos: valmistuneet 2001-2008  
(osa tiedoista vanhoja)

?  
freelance kuvittaja  
ikuinen opiskelija  
ikuinen opiskelija  
jatko-opiskelija Helsingissä  
jatko-opiskelija Jyväskylässä  
jatko-opiskelija matematiikassa  
jatko-opiskelija Sveitsissä  
jatko-opiskelija teoreettisessa fysiikassa  
jatko-opiskelija teoreettisessa fysiikassa  
jatko-opiskelija teoreettisessa fysiikassa  
jatko-opiskelija/tutkija CUPP projektissa (Pyhäsalmen maanalaisen fysiikan tutkimuskeskus)  
Kehitys- ja opetustehtävissä optiikan alan yrityksessä (Specim)  
maanviljelijä?  
ohjelmistoalalla  
ohjelmistoalalla  
ohjelmistoalalla  
ohjelmistoalalla (pelisuunnittelufirma)  
opettaja (Oulun lyseo)  
tutkija, VTT optiikka  
tutkija, VTT viestintätekniikka  
tutkija, VTT viestintätekniikka  
tutkija/jatko-opiskelija, teknillinen tiedekunta  
tutkija/jatko-opiskelija, teknillinen tiedekunta  
väitellyt Espanjassa, tutkijatohtori London Centre for Nanotechnology  
väitellyt fysiikassa, center of scientific computing  
väitellyt Saksassa, tutkijatohtori Aachenin yliopistossa (Department of Wireless Networks)  
väitellyt teoreettisessa fysiikassa  
väitellyt teoreettisessa fysiikassa, Espanjassa  
väitellyt teoreettisessa fysiikassa, tutkijatohtori ilmatieteen laitoksella Helsingissä  
väitellyt teoreettisessa fysiikassa, tutkijatohtori Italiassa  
väitellyt teoreettisessa fysiikassa, tutkijatohtori Ruotissa  
väitellyt teoreettisessa fysiikassa, tutkijatohtori Saksassa

Lopuksi  
toivotan kaikille  
nautinnollisia opiskeluelämyksiä