

# Ordning och reda i kvantvätskor

Emil Johansson Bergholtz

Emil Johansson Bergholtz, Fysikum, SU  
& Max Planck Institutet för komplexa system i Dresden

# Plan

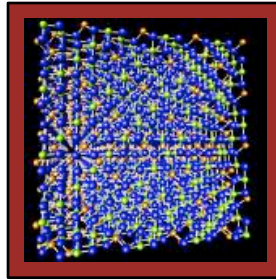
- Teoretiska fysiker - vad sysslar sådana med!?
- Faser av materia - plasma -> gas -> vätska -> kristall?
- Kvantfysik - styr den mikroskopiska världen
- Kvantvätskor - oväntade egenskaper
- Fraktionell laddning i kvanthalleffekten - ett nytt perspektiv

# Vad sysslar teoretiska fysiker med?

- Allt möjligt! Vi är inte (helt) bundna av experiment...

Smått

Stort



Mitt föredrag

Michael Gustafsson (i morse och i morgon)

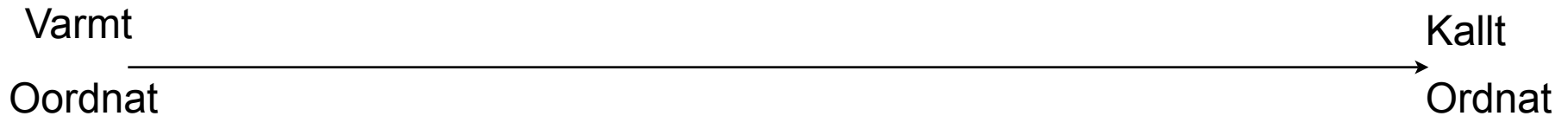
- “More is different” - fundamentala lagar vs komplexa system
- Problemlösning - gissningar och intuition ofta viktigare än strikt matematik
- ‘Universella’ metoder - kvantfältteori mm
- Pratar engelska - mitt första föredrag på svenska...

# Faser av materia

- Yttre omständigheter (temperatur, tryck etc.) avgör ett materials tillstånd/fas.
- Låg temperatur  $\longrightarrow$  ordning
- Hög temperatur  $\longrightarrow$  oordning

$$F = E - TS$$

Exempel:



Plasma



Gas



Vätska



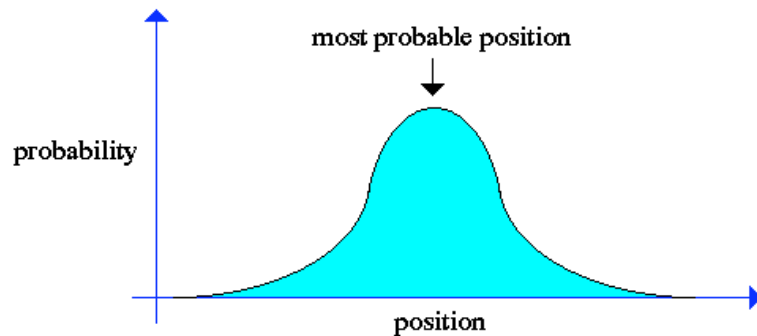
Fast form / Kristall

Eller....?

# Kvantfysik

- Våg/partikel dualitet

Quantum Wave Function



- Osäkerhetsrelationer

- energi & tid, rörelsemängd & läge

- Styr all fysik!!

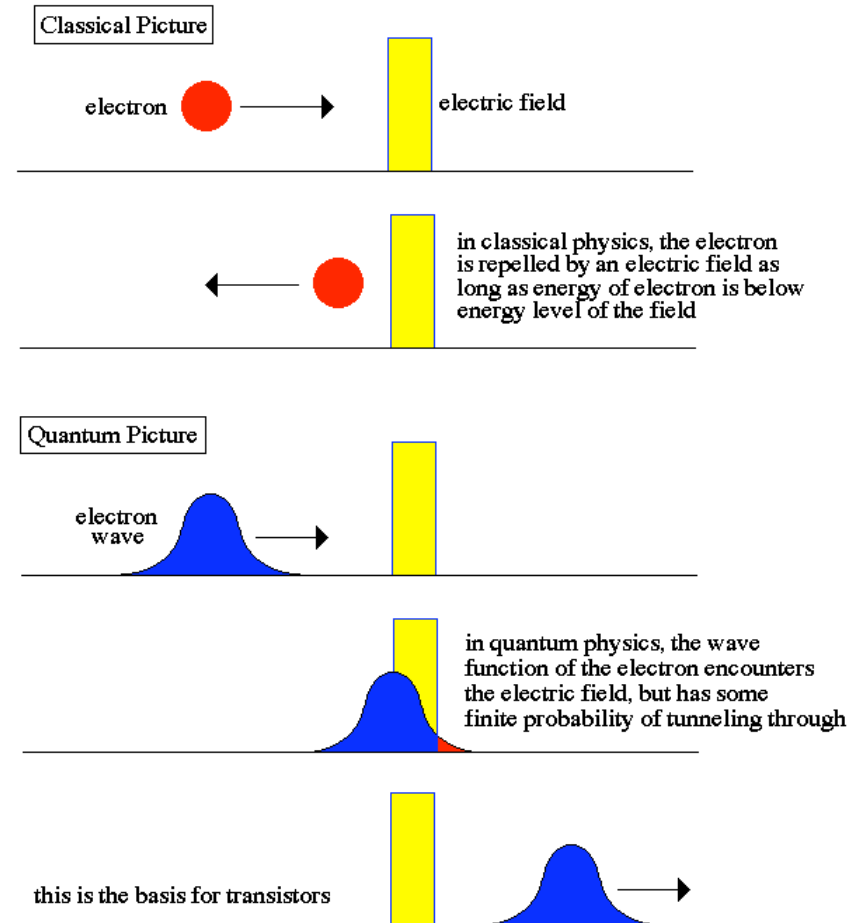
- men ger bara "icke-klassiska" effekter under vissa omständigheter.

- viktigt i den mikroskopiska världen

- viktigt vid (mycket) låga temperaturer

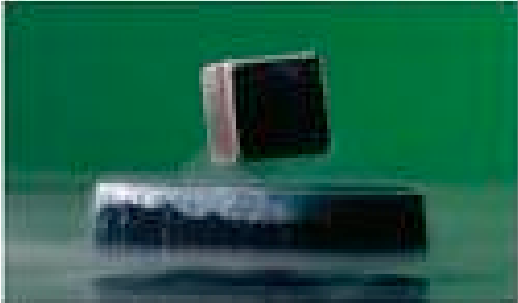
- Tunnling

Quantum Tunneling



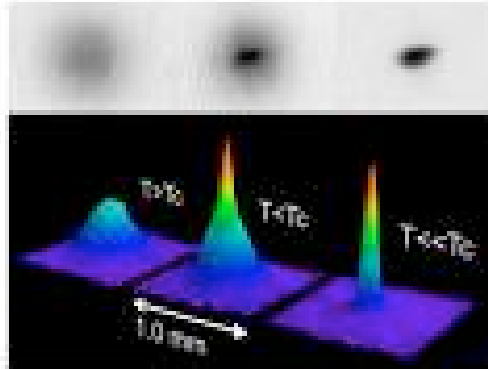
# Kvantvätskor

- oväntade egenskaper! (många Nobelpris)



## Supraledare

- ingen resistans!

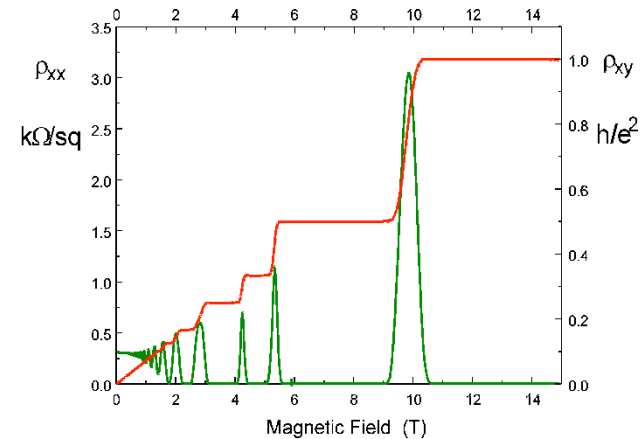
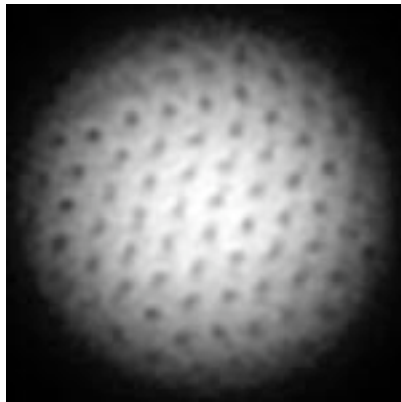
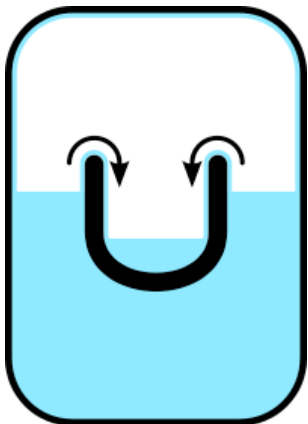


## Bose-Einstein-kondensat

- alla partiklar besätter samma tillstånd/våg!

## Suprafluiditet

- ingen viskositet!



## Kvanthalleffekt

- 2D elektroner i starkt magnetfält  
- fraktionella laddningar!

# Fraktionell laddning i kvanthalleffekten (och i endimensionella system)

Hur kan partiklar med en *tredjedels* elektronladdning uppträda i ett system bestående av enbart elektroner!?

-Vi tar ett *holografiskt* perspektiv: En endimensionell beskrivning av det tvådimensionella systemet!

1 = en elektron

0 = ingen elektron

Ett kvanthalltillstånd kan beskrivas mha serier av "1" och "0" (Tro mig!)

t ex: 100011011001.....

Låg temperatur  $\longrightarrow$  ordning

t ex: 100100100100100.....

Hur kan vi förändra det ordnade tillståndet så att det kostar så lite energi som möjligt!?

- Testa att sätta in **10** någonstans!

100100100**10**100100100100

Domänvägg - låg energi!

Vilken "laddning" har **10** ?

- Jämför

100100100**10**100100100100**10**100100**10**100100

# elektroner

14

och 100100100100100100100100100100100100100100

13

Alltså: **10** har en *tredjedels* laddning!!

I kvanthallvätskan är dessa de relevanta *quasipartiklarna*

(Experiment!)

**TACK FÖR ATT NI LYSSNADE!**