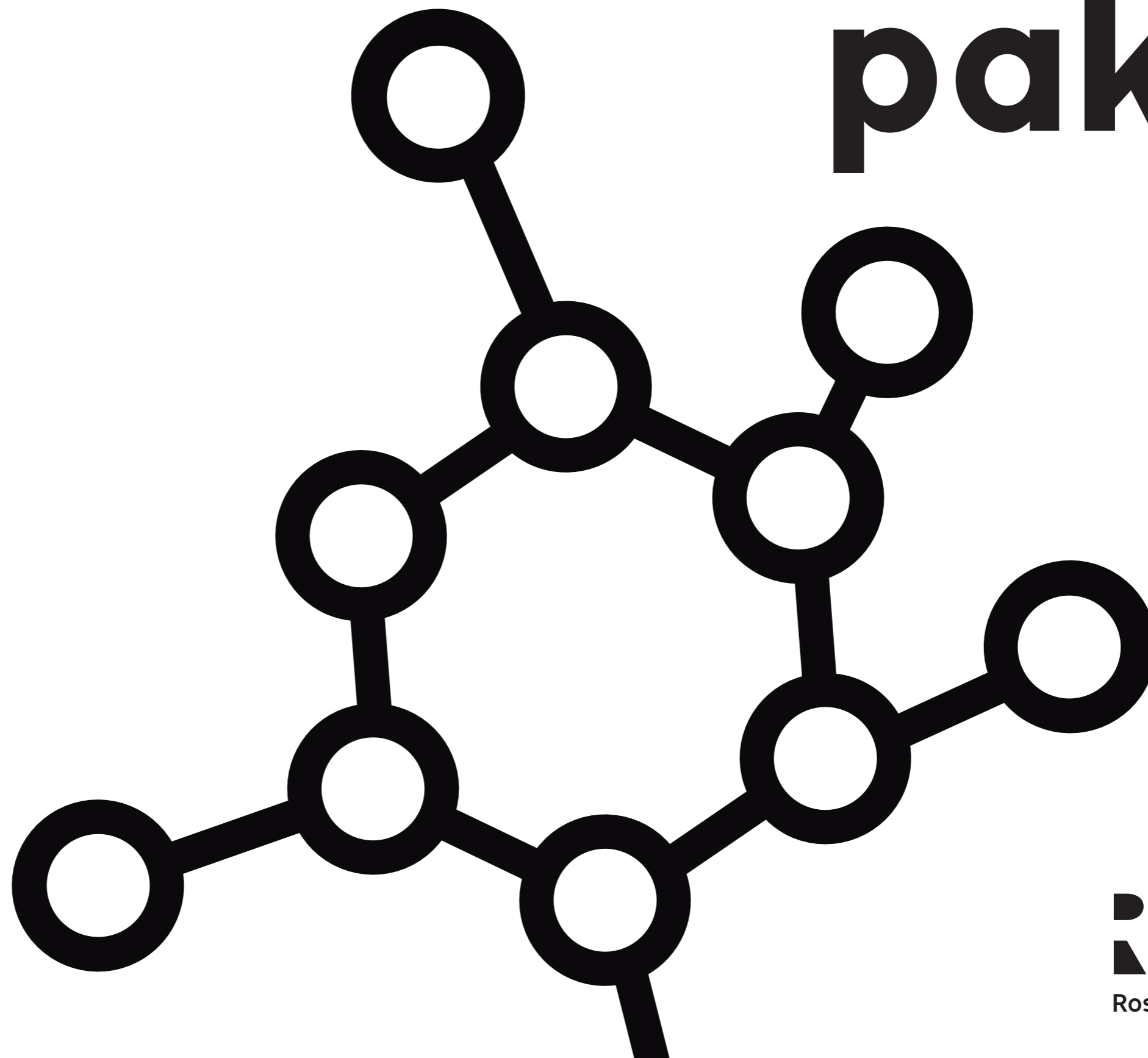


NATURVIDENSKAB I VIRKELIGHEDEN

Gymnasie pakke



Flydende eller fast?

Om et stof er fast eller flydende lyder umiddelbart som et fjollet spørgsmål: En væske flyder, mens en krystal er fast. Men faktisk er der tilfælde, hvor spørgsmålet ikke er så nemt at svare på.

Faser og faseovergange

Vi har alle stiftet bekendtskab med vands tre faser: Damp, væske og is. De fleste ved også, at overgangene mellem faserne sker ved bestemte temperaturer. Vand fryser ved 0°C (273 K) og koger ved 100°C (373 K). Dette gælder dog ikke altid. Eksempelvis er faseovergangstemperaturerne afhængige af trykket. Ved havoverfladen er trykket nogenlunde konstant omkring 1 atmosfære, men på toppen af Mount Everest er trykket kun $1/3$ af dette, og vand koger der ved en meget lavere temperatur, nemlig ca. 71°C .

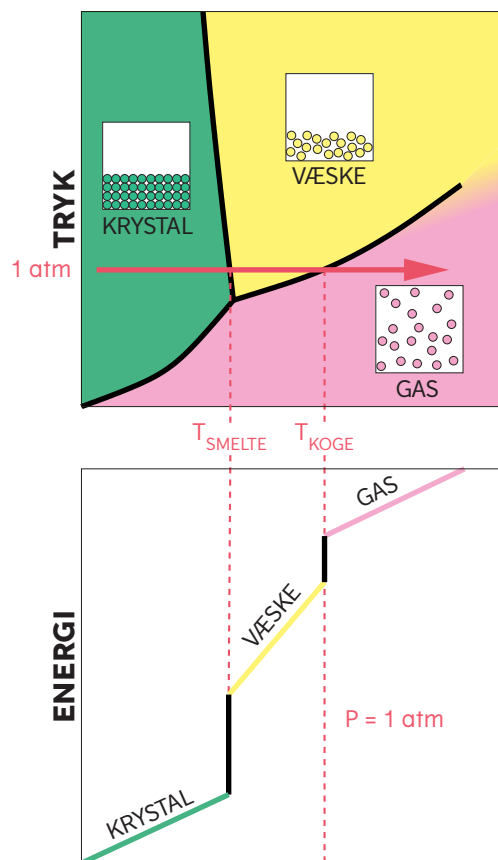
Fasediagrammet til højre skitserer hvordan forskellige faser og faseovergange ændres med trykket og temperaturen. Krystallen findes primært ved lave temperaturer og høje tryk, mens gassen omvendt findes ved høje temperaturer og lave tryk. Områderne for de forskellige faser er adskilt af tre sorte linjer, der markerer overgangen mellem to faser. I diagrammet er der også et punkt, hvor de tre linjer mødes, der kaldes trippelpunktet.

I det punkt er alle tre faser i ligevægt med hinanden, og man kan således opleve flydende vand, der koger med iskrystaller på toppen! Det er dog ikke noget vi oplever i dagligdagen, da det foregår ved ret lavt tryk, ca. 0.6% af det atmosfæriske tryk.

Den vandrette røde linje i fasediagrammet, repræsenterer et eksperiment, hvor en kold isklump varmes og går fra is til væske og ender med at blive til damp (dvs. vand på gasform). Linjen er vandret, fordi trykket ikke ændrer sig. Man kalder det for en isobar. At trykket er uændret er typisk for et eksperiment i åbne beholdere, hvor trykket er ca. 1 atm som i omgivelserne. Den første sorte linje der krydses, angiver smeltepunktet for is, mens den anden sorte linje angiver kogepunktet for vand.

På figuren under fasediagrammet, ses stoffets energi som funktion af temperaturen under opvarmningen. De to lodrette stykker angiver her faseovergangene fra krystal til væske, og fra væske til gas.

Under en faseovergang, tilføres energi i form af varme uden at temperaturen stiger. Derfor er temperaturen konstant under faseovergangen. Den varmemængde der skal tilføres for at smelte krystallen eller fordampe væsken, kaldes smeltevarme.



Kvalitativt fasediagram for vand samt opvarmningsskive ved atmosfærisk tryk. De små kasser i fasediagrammet skal illustrere strukturen af den givne fase.

Af:

Ulf Rørbæk Pedersen
lektor i fysik
Roskilde Universitet



XXXXXXXXXXXX XXX XXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXX
XX
XX
XXXXXXXX XXX XX XXXXXXX XXXXX XXXXXXXX XXX XX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX



Tina Hecksher
lektor i fysik
Roskilde Universitet

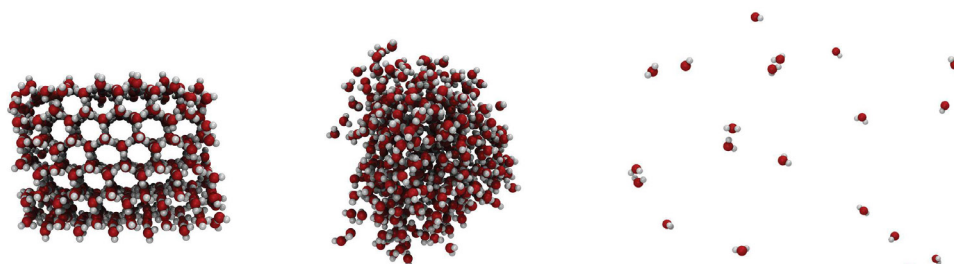
Måler - og udvikler eksperimentelle metoder til måling af - frekvensafhængige mekaniske, termiske og elektriske egenskaber af underafkølede væsker tæt på glasovergangen.

- Til denne artikel og om samme emne hører en case, et appendix, en podcast og en film.
Se ruc.dk/xxxxxx
- Læs mere om materialeforskning på Roskilde Universitet på ruc.dk/xxxxxx
- Lære mere om dine karrieremuligheder inden for fysik ved at se filmen om en RUC kandidat, der arbejder med materialefysik i virkeligheden.

Hvorfor har stoffer forskellige faser?

Faseovergange er bestemt af atomers eller molekylers vekselvirkning. Der er nemlig en svag tiltrækning mellem molekyler, når de er tæt på hinanden. Den svage tiltrækning kan ignoreres, hvis atomerne bevæger sig forbi hinanden med høj fart, som de har hvis temperaturen er høj. Sænker man temperaturen, vil atomerne i gennemsnit bevæge sig langsommere, og da bliver tiltrækningen fra de andre molekyler relevant. Hvis temperaturen er lav nok, bliver de "fanget ind" af de øvrige molekylers tiltrækningskraft og klumper sammen. I væskefasen har molekylerne stadig energi nok til at bevæge sig rundt mellem hinanden, mens de i krystalfasen låses fast af hinanden i et krystalgitter.

Computersimulation af vandmolekyler i de tre faser: Krystal (is), væske (vand) og gas (damp). Simuleret med RUMD (Roskilde University Molecular Dynamics), der kan hentes frit fra www.rumd.org



Hvad bestemmer atomernes vekselvirkning?

Atomer består som bekendt af en positivt ladet kerne med kredsende negative elektroner omkring. Hvis man er langt væk fra et atom vil det se neutralt ud, der er altså ingen samlet elektrisk ladning af atomet, hverken positiv eller negativ. I en gas er atomerne langt fra hinanden og "mærker" af den grund ikke hinanden. Det kalder man også for idealgas approksimationen.

Den svage tiltrækning mellem atomer, har noget med laddingsfordelingen i atomer at gøre. Den positive ladning er koncentreret på et meget lille sted, mens elektronerne er fordelt over et større volumen, elektronskyen. Derfor ophæver den positive og den negative ladning ikke helt hinanden tæt på et atom, og der opstår en svag (dipol-dipol) tiltrækning mellem atomer i nærheden af hinanden.

Hvis atomerne kommer alt for tæt på hinanden, altså støder sammen, frastødes de kraftigt af hinandens elektronskyer. Så på helt korte afstande, svarende til atomets radius, overlapper atomerne derfor ikke. På den måde afgør frastødningen, hvor tæt atomerne kan pakke sammen og dermed det samlede volumen af fasen.

En simpel model: Lennard-Jones

Lennard-Jones modellen er en simpel model for kræfterne mellem molekyler eller atomer. Kraften mellem to atomer eller molekyler i denne model er vist på figuren nedenfor.

Ved korte afstande er kraften stærkt frastødende (positiv), mens den på længere afstande er tiltrækkende (negativ), og nærmer sig 0 for meget store afstande i forhold til partiklens størrelse. Er temperaturen, og dermed den kinetiske energi lav, nok vil partiklerne typisk lægge sig i afstande tæt på der, hvor kraften er nul.

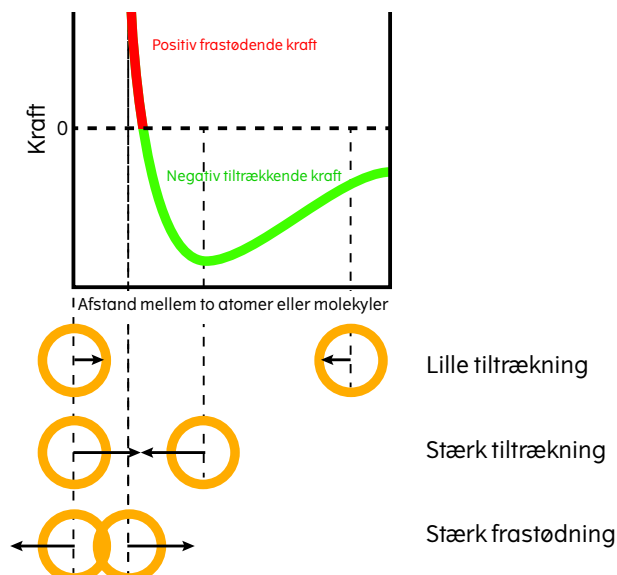
Lennard-Jones modellen bruges meget ofte i computersimuleringer, som model for molekyler eller atomer, og det er også Lennard-Jones partikler, der optræder i simuleringen på www.urp.dk/heat.

Den matematiske funktion til beskrivelse af kraften mellem to Lennard-Jones partikler, er en sum af to potensfunktioner:

$$F(r) = Ar^{-13} - Br^{-7}$$

hvor r er afstanden mellem to partikler, mens A og B er parametre, der har værdi, alt efter om man ønsker at modellere fx vandmolekyler eller argonatomer.

Kraft mellem to partikler i Lennard-Jones modellen.



Den fjerde tilstandsform

Ofte er materialers opførsel mere kompliceret end fasediagrammet på side 1 viser. Fx findes der for vand 16 forskellige former for krystaller, der opstår ved forskellige tryk meget højere end 1 atmosfære.

Men heller ikke faseovergangene er så simple, som man kunne tro. Før en væske kan krystallisere (fryse) skal et eller flere såkaldte krystal-kim, der er meget små krystaller, gro til store krystaller. Men det tager tid at gro en krystal, og derfor kan man opleve, at stoffer er kølet under deres smeltepunkt uden, at de når at krystallisere. Man siger de er underafkølede.

For stort set alle stoffer kan man faktisk køle væsken langt ned under frysepunktet, uden at væsken krystalliserer. Man kalder det for en underafkølet væske. Fx. er det meste vand i universet på ikke-krystallinsk form, på trods af at temperaturen er langt under frysepunktet for vand. Forklaringen er, at når temperaturen bliver lav, flyder væsken langsomere - den bliver sej. Molekylerne bliver så langsomme, at de ikke har tid til at finde ind i en ordnet krystalstruktur. Hvis man bliver ved med at køle væsken, vil den til sidst størkne og blive til en glas. En glas er makroskopisk set et fast stof, så det er hårdt og flyder ikke, men mikroskopisk er strukturen uordnet til forskel fra den ordnede struktur der kendetegner krystaller.

Og her er vi tilbage til spørgsmålet om stoffet er fast eller flydende, for svaret viser sig at ænge af, hvorlænge vi kigger. Til korte tider ligner den underkølede væske til forveksling et fast stof, mens det til lange tider vil flyde.

Da stort set alle stoffer kan blive til en glas, kan man sige, at glas er en tilstandsform og ikke kun et materiale vi bruger til vinduer og flasker. Vinduesglas er en glas, men det er det meste plastic også. Bolsjer er sukker på glasform og lava er sejflydende stenmasse - og kan størkne til obsidian, en glas af sten.

Du kan læse Fysik på Roskilde Universitet

Sådan er studiet

På Roskilde Universitet er Fysik en del af den Naturvidenskabelige Bachelor. Det første år bliver du trænet i centrale naturvidenskabelige teorier, metoder og modeller på højest niveau. På andet og tredje år specialiserer dig i to fag. Det giver dig et stærkt fundament, og gør dig til en dygtig fysiker, der samtidig kan tænke på tværs af de naturvidenskabelige fag. Fysik eller Physics kan du læse i kombination med ét af følgende fag:

Fysik

- + Environmental Biology
- + Filosofi og Videnskabs-teori
- + Kemi
- + Matematik
- + Medicinalbiologi

Physics

- + Chemistry
- + Computer Science
- + Mathematics

På kandidatuddannelsen kan du læse samme kombinationer.

→ Læs mere om Fysik på RUC (Link)

(Luft til nye kandidatfag, når de bliver godkendt)

Sådan er din hverdag

Fra start til slut i studiet er du tæt på forskerne. Gennem dine projekt- og kursusvalg arbejder du videnskabeligt og kan være med til at skabe innovative løsninger på virkelighedens problemer. Dit projektarbejde kan måske indgå som en del af et større forskningsprojekt, eller du kan samarbejde eksterne virksomheder og organisationer, hvis du har lyst til det.

På hvert semester arbejder du halvdelen af tiden med kurser inden for det naturvidenskabelige område. Nogle kurser er obligatoriske og giver dig den nødvendige faglig ballast. Men der er også kurser, du selv vælger efter interesse. Den anden halvdel af tiden arbejder du med et projekt.

Projektarbejdsformen skærper din evne til at analysere og samarbejde, og du kan samtidig fordybe dig i det, du finder fagligt interessant. Karrieremæssigt lærer du således at mestre en række af de færdigheder, erhvervslivet efterspørger allermost; evnen til at projektlede, samarbejde, kommunikere, nytænke og løse komplekse problemer.

Lyt



Link.....

Kig



Link.....

Åbent Hus



Link.....

Uddannelse



Link.....

Karriere



Link.....

Den videnskabelige metode i fysikforskning

På RUC er vi en gruppe af både eksperimentalfysikere og teoretikere der arbejder sammen om at prøve at forstå væsketilstanden - især den underaflede.

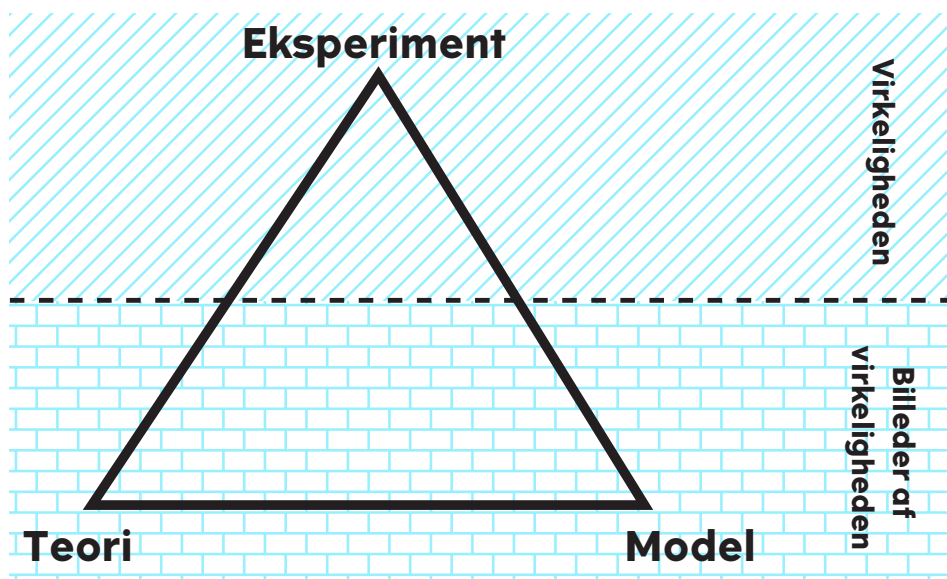
Den videnskabelige metode i fysikforskning

På Roskilde Universitet er vi en gruppe af både eksperimentalfysikere og teoretikere der arbejder sammen om at prøve at forstå væsketilstanden - især den underaflede. Det er en stor fordel at have både eksperimentelle og teoretiske aktiviteter tæt på hinanden, idet det meste forskning i fysik netop er en vekselvirkning mellem eksperiment og teori. Man kan endda tale om fysikkens treenighed: model-teori-eksperiment, som illustreret nedenfor. Disse tre vekselvirker og driver forskningen fremad.

De fleste ved, hvad et eksperiment er, men hvad præcis mener vi med model og teori?

Hvad er en model?

Modeller er repræsentationer af dele af virkeligheden og bruges til at forstå eller afprøve bestemte forhold af virkeligheden. I fysik er en model ofte en matematisk model, fx. Lennard-Jones modellen for partikel-interaktion. Den matematiske model kan man putte ind i computeren og simulere under bestemte betingelser og dernæst sammenligne med eksperimenter. Men selvom Lennard-Jones modellen beskriver frastødning mellem molekyler på korte afstande og tiltrækning ved længere afstande, indeholder den fx ingen information om eksempelvis antallet af protoner og elektroner. I modellen antager vi, at netop vekselvirkningen er det afgørende for faseopførslen, som vi ønsker at modellere. En model kan med andre ord siges at være en hypotese om, hvordan vi tror tingene hænger sammen, eller hvad der er det essentielle i en given situation.



Af:

Ulf Rørbæk Pedersen
lektor i fysik
Roskilde Universitet



XXXX XXXX
XXXXXXXXXX XXX XXX XXXXXXXX XXXXXXX XXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXX XXX XX XXXXXXX XXXXX XXXXXXX XXX XX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX



Tina Hecksher
lektor i fysik
Roskilde Universitet

Måler - og udvikler eksperimentelle metoder til måling af - frekvensafhængige mekaniske, termiske og elektriske egenskaber af underafkølede væsker tæt på glasovergangen.

- Til dette Appendix - og om samme emne - hører en case, et appendix, en podcast og en film. Se ruc.dk/xxxxxx
- Læs mere om materialeforskning på Roskilde Universitet på ruc.dk/xxxxxx
- Lære mere om dine karrieremuligheder inden for fysik ved at se filmen med en RUC kandidat, der arbejder med materialefysik i virkeligheden.

Hvad er en teori?

En teori i fysik er en samling af fysiske love. Det kunne for eksempel være Newton's love, der er fundamentet for mekanikken. En teori kan ses som en model eller hypotese der er blevet testet så grundigt gennem eksperimenter, at man tror rigtig meget på dem. Når man tror rigtig meget på en hypotese eller en model, siger man at man ophæver den til en teori. En teori ER altså ikke virkeligheden, men repræsenterer en idealiseret virkelighed, mens eksperimentet repræsenterer virkeligheden og kan teste hvor god den idealiserede fremstilling af virkeligheden er.

Fysik kan beskrives matematisk og man kan derfor matematisk udlede konsekvenser af en model eller en teori, og dermed lave forudsigelser, der kan testes eksperimentelt. Det kalder man at arbejde hypotetisk-deduktivt, altså at man kan udlede nye ting ud fra hypoteser.

Hvis eksperimentet ikke er i overensstemmelse med forudsigelsen, siger man at modellen eller teorien er falsificeret. Kan en teori eller model ikke forudsige ting om virkeligheden, er den ikke rigtig videnskab.

Eksperimentet spiller altså en afgørende rolle i fysik som en test af modeller og teorier. Men eksperimenter i fysik er ofte i sig selv også idealiserede udgaver af virkeligheden. Vi tager virkeligheden ind i et laboratorium og forsøger at have styr på alle parametre, som fx. temperatur, tryk, mængder og renhed. Det er bl.a., fordi et eksperiment ikke er nok: hvis man ikke kan gentage eksperimentet og få det samme resultat, er det ikke meget værd!

Det meste videnskabelige arbejde - også uden for fysikken - tager udgangspunkt i hypoteser: Man har en forestilling om hvordan tingene hænger sammen, og så går man ud i virkeligheden og undersøger, om det nu også faktisk er sådan. En anden tilgang til videnskab er den induktive, hvor man indsamler viden og eksempler og først derefter sætter sig ned og prøver at finde et system i det data, man har indsamlet. I virkeligheden er det meste forskning nok en mellemting mellem de to metoder: Det er svært at arbejde fuldstændig i blinde uden at have en hypotese til at guide ens undersøgelser, men det er også svært at udvikle en hypotese uden at have nogle erfaringer eller målinger til at generere ideer til hypoteser.

Prøv at tænke over hvad din forventning til udfaldet er, når du laver følgende opgaver. Hvornår synes du, at du har opnået et tilfredsstillende resultat? Hvornår er noget forkert? Hvor præcist er eksperimentet egentlig? Hvad er det simuleringen kan, som eksperimentet ikke kan? Hvad er det eksperimentet kan, som simuleringen ikke kan?

Lyt



[Link.....](#)

Kig



[Link.....](#)

Åbent Hus



[Link.....](#)

Uddannelse



[Link.....](#)

Karriere



[Link.....](#)

Flydende eller fast?

Abstract

Raturionetur a iliqui aut eaquatque isit quis sam simuluptatur atibus ut haruptati ipicius disquo te omnis eum dolupti oribusa ntiatquo blabo. To dolorrorum ipsae explatio. Udam, ut quid quis ut assed que velestius eligendant aciis ident velicim oditia delit, quo quamus, simint volorerferem quis aut maiori custodia autectiosam intis dipsam, assitat ustiass imillamet di duntem veri doloribus alitius eos andae non rest rehenderum in nis dis exerferorio. Porion nimus, si bea con nonetum, quassint latem ellest, ut eumqui rem exeruntincid et quatem. Ut apelest, aut est molum quassum, officiis sectemq uaspero cusae evelitamus a sumet acero beatur?

Ga. Et ariaecestiae pedio. Eriam re volorep udissunt alicide llautet, sant quas ipiti corepro velestorit estios cus, aut aut et aut volorerumqui con renda nis dolor remqui consequae autet eliquat opta sitiur accat et endem. Sed utem quuntiat aceaqui consequid eations endaeperum desti doluptaest, ut aperunt et audaest, optas et molupicium non ne eum ea quatest aut pligni dolorion pratras maio etur audicientus.



Udarbejdet af:

Ulf Rørbæk Pedersen

lektor i fysik
Roskilde Universitet



Xxxxx xxxxx

XXXXXXXXXXXX XXX XXX XXXXXXXX X XXXXXXX XXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXXXX
XXXXXX XXX XX XXXXXX XXXXX XXXXXXXXXXX XX XX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX



Tina Hecksher

lektor i fysik
Roskilde Universitet

Måler - og udvikler eksperimentelle metoder til måling af - frekvensafhængige mekaniske, termiske og elektriske egenskaber af underafkølede væsker tæt på glasovergangen.

Udarbejdet af:
Undervisningsfysik v. Søren Storm

Filmen er endvidere en del af RUC's Gymnasiepakke "Tilstandsformer: Fast eller flydende?" som findes på ruc.dk/xxxx.

Pakken består af en faglig film, podcast, artikel, case, appendix, oplæg, workshop, SRP-øvelse og en karrierefilm.

Kig



Link....

Lyt



Link....

Åbent Hus



Link....

Uddannelse



Link....

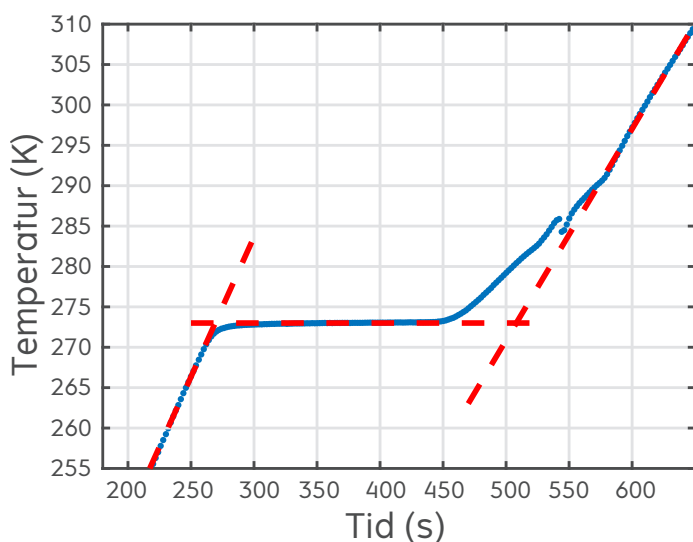
Karriere



Link....

Bestem varmekapacitet og smeltevarme med data fra eksperiment og simulation

I eksperimentet i videoen frøs Tina en lille mængde vand (1 g) ved at sænke målebægeret ned i flydende nitrogen (temperatur: 77 K). Dernæst sættes bægeret i en flammegokasse og opvarmningen startedes. Kurven nedenfor viser prøvens temperatur som funktion af tiden.



OPLYSTE STØRRELSER:

$m_{\text{vand}} = 1 \text{ g}$, $m_{\text{kop}} = 1 \text{ g}$, $m_{\text{prop}} = 1,7 \text{ g}$, $c_{\text{kop}} = 0,91 \text{ J/gK}$, $c_{\text{prop}} = 1,5 \text{ J/gK}$, $P_{\text{varmetrød}} = 1,85 \text{ W}$.

1. Aflæs faseovergangstemperaturen på opvarmingskurven. Hvordan passer den aflæste temperatur med tabelværdien for vand?
2. Beregn ud fra kurven og effekten af varmetrøden, hvor meget varmeenergi (målt i J) der er tilført is + holder for at få temperaturen til at stige fra 260 K til 270 K
3. Det er kun en del af den tilførte varme der optages af isen. Hvor meget er det?
4. Beregn varmekapaciteten for is fra eksperimentet
5. Beregn varmekapaciteten for vand fra eksperimentet (brug data over 290 K)
6. Beregn smeltevarmen for isen i eksperimentet
7. Vurder usikkerheden på dine estimater for varmekapaciteter og smeltevarme. Fx. ved at vælge nogle andre intervaller at bestemme varmekapaciteten for is i et andet interval - hvor mange betydende cifre kan vi bestemme varmekapaciteten for is og vand med i dette eksperiment? Hvor godt stemmer resultaterne overens med tabelværdier?

Af:

Ulf Rørbæk Pedersen
lektor i fysik
Roskilde Universitet



Xxxxx xxxxx
xxxxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxx x xxxxxxx xxx
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx
xxxxxx xxx xx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xx
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx



Tina Hecksher
lektor i fysik
Roskilde Universitet

Måler - og udvikler eksperimentelle metoder til måling af frekvensafhængige mekaniske, termiske og elektriske egenskaber af underafkølede væsker tæt på glasovergangen.

→ Cases løses med udgangspunkt i artiklen: "Flydende og Fast" og filmen "Eksperiment og simulering", som findes på ruc.dk/xxxxxx

→ Læs mere om materialeforskning på Roskilde Universitet på ruc.dk/xxxxxx

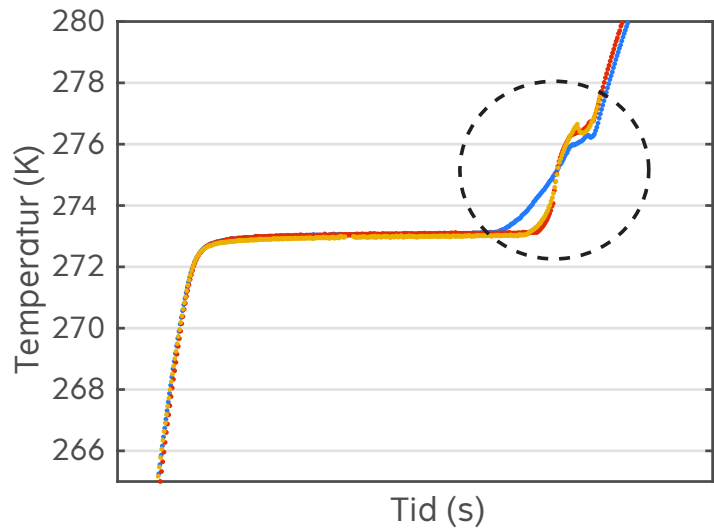
→ Lær mere om dine karrieremuligheder inden for fysik ved at se filmen om en RUC kandidat, der arbejder med materialefysik i virkeligheden.

EKSTRA OPGAVE TIL EKSPERIMENTET:

Ved udførelsen af eksperimentet sås en uventet opførsel mellem 273 og 277 K, og gentagne målinger viste stort set samme opførsel: temperaturen flader ud igen efter faseovergangen ved 276-277 K (området i den stiplede cirkel på figuren).

Hvad kan forklare denne opførsel?

(Tip: Termoføleren sidder inde i prøven som vist på figuren og vi målte forskellige temperaturforløb afhængigt af termofølerens højde i prøven. Den orange og røde linje er således målt i samme højde, og den blå i en anden højde i prøven).



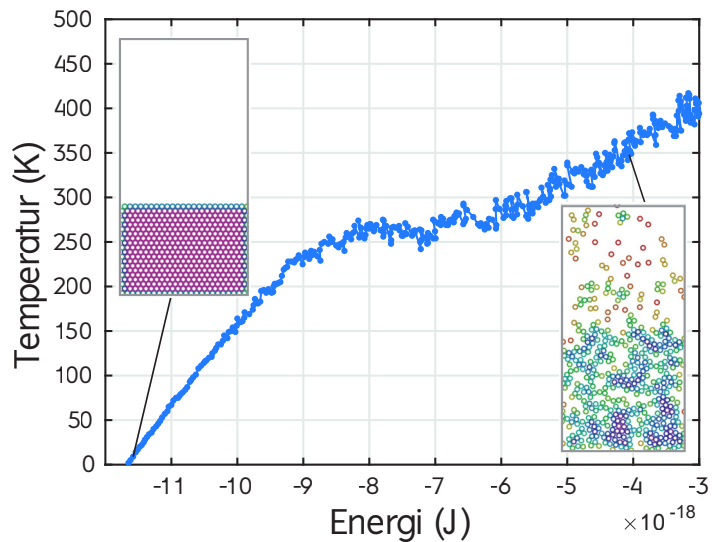
Simulationen

Nu skal du selv i gang med at simulere vandmolekyler med en simpel Lennard-Jones model.

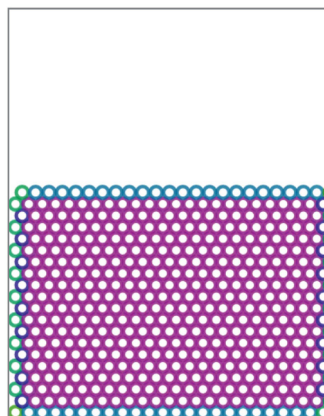
Lav en simuleret opvarmningskurve (gå til www.urp.dk/heat) af den simple LJ-model. Når temperaturen når 400 K, tryk "stop" og download data. Tryk IKKE "clear".

Plot af temperaturen som funktion af den indre energi og aflæs smelte-temperaturen.

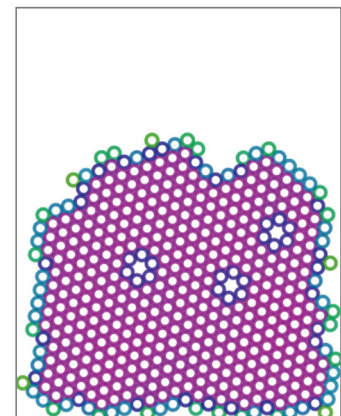
1. Bestem smeltevarmen for krystallen
2. Beregn varmekapaciteterne (krystal og væske) for hele systemet ud fra simuleringens data
3. Omregn til varmekapacitet pr gram, hvis hver partikel i simuleringen er et vandmolekyle
4. Hvor godt stemmer modellen overens med de eksperimentelle data? (Der forskes aktivt i modeller for vand - det er meget svært at få alting til at passe!)
5. Lav dernæst en kølekurve ved at sætte "Heat bath temperature" helt i bund og start simuleringen igen. Når temperaturen er omkring 5 K, stop igen og download data
6. Beregn varmekapaciteter og smelte varme ud fra kølekurven. Sammenlign med resultaterne fra opvarmningskurven
7. Er den nye krystal fra kølesimuleringen "perfekt" (altså som start konfigurationen i simuleringen)? Hvorfor/hvorfor ikke? Hvad er energien af den kølede krystal sammenlignet med den "perfekte" krystal?
8. Hvad karakteriserer krystalfasen i forhold til væskefasen?



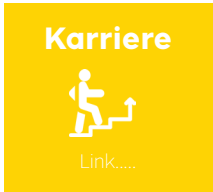
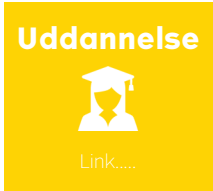
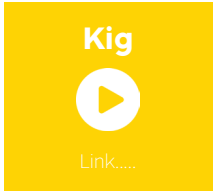
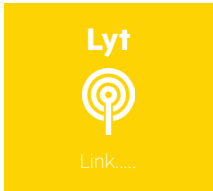
Kurven viser en opvarmningskurve fra simuleringssapp'en samt hvordan konfigurationen af partiklerne tager sig ud ved 0 K og ved 350 K. Antal partikler i simuleringen: 480.



En perfekt krystal, før smeltning



En krystal der er dannet efter nedkøling



De 3 tilstandsformer

Alle stoffer forefindes i én af tre versioner: Fast, flydende eller gas

Foredraget giver eksempler på dette, både fra hverdagen og fra forskningen. Vidste du fx at jordens inderste kerne er fast, selvom den er mange tusinde grader varm?

Vi slutter af med at fortælle historien om, hvordan forskning udført de seneste 6 år ved grundforskningscentret "Glas og Tid" forklarer en række observationer, man har gjort i årenes løb, fx om smeltning og frysning.



Fotograf: ???

Af:

Ulf Rørbæk Pedersen
lektor i fysik
Roskilde Universitet



Xxxxx xxxxx

XXXXXXXXXXXXX XXX XXX XXXXXXXX X XXXXXXXX XXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXX
XXXXXX XXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXX XX XX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

→ Målgruppe

Elever på matematiske-/naturvidenskabelige linjer på HTX, STX, EUX og HF med fysik på B-niveau.

→ Max antal deltagere

60

→ Forberedelse inden besøget

Eleverne forventes at have set filmen "Eksperiment og simulering" og læst artiklen "Flydende eller fast".
Se [ruc.dk/xxxx](#)

→ Tilmelding

Klassevis til Dorthe Vedel
vedel@ruc.dk - med ønske om foretrukne ugedage og datoønsker for besøg på RUC

→ Varighed

90 min.
(45 min. oplæg og 45 min. rundvisning på campus af en naturvidenskabelig studerende)

Kombineres eventuelt med et andet "Forskeren fortæller oplæg"
Se [ruc.dk/xxxx](#)

Kig



Link....

Lyt



Link....

Åbent Hus



Link....

Uddannelse



Link....

Karriere



Link....

Simple modellers rolle i fysikken

En eksemplarisk øvelse i molekyledynamik-simuleringer med en supercomputer.

I denne øvelse skal deltagerne i hold af tre personer undersøge en model for molekyler eller atomer.

Dette gøres ved at bruge Roskilde Universitets Simuleringspakker (www.rumd.org).

1. del

Her får hvert hold udleveret en brugervejledning, der guider igennem den første simulering. Denne simulering er en opvarmning af et model system som (måske?) smelter.

2. del

Her skal holdet på egen hånd ændre på simuleringsprotokollen for at få en bedre forståelse af modellens opførsel. Fx. bør det undersøges, hvad varmhastigheden betyder, og hvad der sker ved en nedkøling.

3. del

Her holdes resultaterne op imod stoffernes faktiske opførsel såsom eksperimentelle smelte temperaturer. Deltagerne finder selv information på internettet. Hver hold undersøger en af de følgende modeller, som er foreslået af forskere:

- A. Lennard-Jones's model af Argon
- B. Lennard-Jones's model af Guld
- C. Lennard-Jones's model af vand
- D. Den atomistiske SPC vand model
- E. Molinero's et-atom vand model
- F. Kob & Andersen's model for en Nikkel-Phosfor blanding
- G. Lewis-Wahnström's ortho-terphenyl model

Af:

Ulf Rørbæk Pedersen

Lektor i fysik
Roskilde Universitet



Xxxxx xxxxx

xxxxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxx x xxxxxxx xxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxx xxx xx xxxxxxx xxxxx xxxxxxxx xx xx
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

→ Målgruppe

Elever på matematiske-/naturvidenskabelige linjer på HTX, STX, EUX og HF med fysik på B-niveau.

→ Forberedelse inden besøget

Eleverne forventes at have set filmen "Eksperiment og simulering" og læst artiklen "Flydende eller fast". Desuden er det en fordel at have arbejdet med casen "Bestem varmekapacitet og smeltevarme med data fra eksperiment og simulation". Se ruc.dk/xxxx

→ Tilmelding

Klassevis til Dorthe Vedel vedel@ruc.dk - med ønske om foretrukne ugedage og datoønsker for besøg på RUC

→ Varighed

5 timer

Program

- 9.00** Velkommen, præsentation af øvelsen og modeller
- 9.20** 1. del: Gennemgå brugervejledning
- 10.20** Kaffepause
- 10.30** 2. del: Simuleringer på egen hånd
- 12.00** Frokost pause samt rundvisning (imens køres lang simulering)
- 13.00** 3. del: Opsamling af resultater
- 13.20** Samlet fremlæggelse af udvalgte resultater og diskussion.
- 14.00** Slut

Udbytte af øvelsen

Deltagerne stifter bekendtskab med en videnskabelig software pakke, og det at benytte en super-computer til tunge beregninger. Der fås en forståelse af fase-overgange visualiseret på et atomistisk-plan.

Gennem eksempler belyses samspillet i fysikkens tre-enighed, teori-model-eksperiment, med vægt på "model" aspektet.

Til diskussion af modellens betydning i fysikken, er der nøje udvalgt en række eksempler. Dels, eksempler hvor en model kan bruges til at beskrive forskellige systemer (Lennard-Jones's model kan både være for Argon og for guld), og dels eksempler hvor det samme system beskrives ved forskellige modeller (eksempler på vand modeller). Og sidst, hvordan en kendt model kan ændres til at beskrive et nyt system: Lennard-Jones modellen kan modificeres til at beskrive en metallisk blanding, eller et molekyle.

Lyt



[Link.....](#)

Kig



[Link.....](#)

Åbent Hus



[Link.....](#)

Uddannelse



[Link.....](#)

Karriere



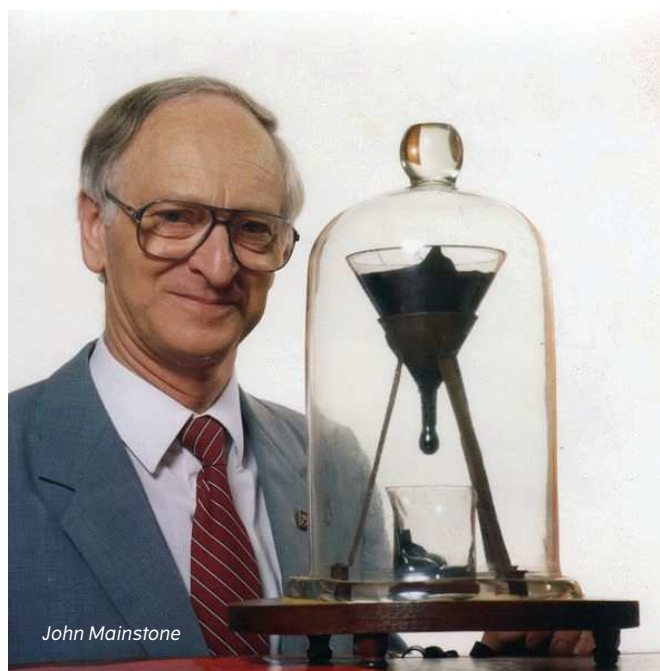
[Link.....](#)

Pitch drop eksperimentet

Abstract

Podcasten handler om et af verdens længst varende eksperimenter i fysik, det berømte Pitch drop eksperiment af den uheldige videnskabsmand John Mainstone fra University of Queensland.

På underholdende vis giver den historien om en materialeforsker, som lavede et eksperimentet med en meget sejtflydende væske, der er mellem 8 og 13 år om at danne en dråbe.



Udarbejdet af:

En gruppe studerende fra Kommunikationsuddannelsen på RUC. Podcasten er udfærdiget som en del af et bachelorprojekt.

Podcasten er endvidere en del af RUC's Gymnasiepakke "Tilstandsformer: Fast eller flydende?" som findes på ruc.dk/xxxx.

Pakken består af en faglig film, podcast, artikel, case, appendix, oplæg, workshop, SRP-øvelse og en karrierefilm.

Kig

Link....

Lyt

Link....

Åbent Hus

Link....

Uddannelse

Link....

Karriere

Link....

SRP-øvelse med termaliseringskalorimetri

Med denne øvelse kan vi ved hjælp af termisk analyse, undersøge spørgsmål som: Hvor meget og hvornår vi skal salte vejene om vinteren og om glasovergangen egentlig en faseovergang

Abstract

Vi undersøger blandinger, opløsninger eller rene stoffer for at forstå den termiske opførsel af vores prøver.

Den eksperimentelle metode i projektet er en kalorimetrisk metode, der er følsom overfor alle typer af endo- og exoterme processer og kan bruges til at bestemme (ændringer i) varmekapacitet, smeltepunkter og andre overgangstemperaturer.

Hvad kommer eleven igennem på dagen?

Eleven udfører en serie af køle- og opvarmningseksperimenter på en række prøver. Det kunne være en systematisk række af blandinger mellem to stoffer (fx. vand og alkohol), en række saltopløsninger, eller en enkelt prøve hvor den eksperimentelle protokol varieres for at undersøge prøvens termiske "hukommelse".

På dagen starter vi med en gennemgang af den eksperimentelle teknik og lidt om laboratorie sikkerhed. Dernæst skal vi klargøre de prøver, der skal måles på, og til sidst udføres eksperiment-serien.

Den eksperimentelle opstilling vi bruger er en slags kalorimeter. Teknikken består i at monitorere temperatur og temperaturrate under køling eller opvarmning af en prøve. Varmestrømmen kommer fra varmeledning gennem et isolerende materiale, dvs. den er proportional med temperatur forskellen mellem sample og omgivelserne.

Af:

Tina Hecksher
lektor i fysik
Roskilde Universitet



Måler - og udvikler eksperimentelle metoder til måling af frekvensafhængige mekaniske, termiske og elektriske egenskaber af underafkølede væsker tæt på glasovergangen.

For dig som skal skrive studieretningsprojekt i 3G med fysik som det ene fag. Vi inviterer dig indenfor i RUC's fysiklaboratorier, hvor du sammen med andre gymnasieelever med interesse for fysik, laver eksperimenter du kan bruge i dit SRP projekt. Vores øvelser lægger op til, at du arbejder med din egen faglige vinkel.

- **Tilmelding**
Individuel ansøgning til Dorthe Vedel vedel@ruc.dk
- **Varighed**
1 dag
- **Antal elever**
4-5 pr. hold
- **Hvornår**
Afholdes november 2018.
Der er mulighed for flere øvelsesdage, hvis der er stor efterspørgsel.

Vinkler

- Hvor meget og hvornår skal vi salte vejene om vinteren? Smeltepunktssænkning, mætning, salte i vand (fysik/kemi, fysik/samfund, fysik/miljø)
- Hvor er smeltepunktet for en blanding af to væsker med hver sit smeltepunkt? Eutektiske blandinger (fysik/kemi)
- Hvordan overlever man nedfrysning? Smeltepunktssænkning/glasovergang, anti-fryseproteiner/kryo-protektion (fysik/biologi)
- Er glasovergangen en faseovergang? Glasovergange, fx glasovergangens kølerateafhængighed (fysik/kemi, fysik/historie, fysik/filosofi/videnskabsteori)

Relevante kombinationsfag

Kemi
Samfundsfag
Biologi
Historie

Litteratur til forberedelse og yderligere viden

Til download på RUC.dk/xxxx

Artikel: Flydende eller fast?

Film: Eksperiment og simulering

Podcast: Pitch drop eksperimentet

Appendix: Den videnskabelige metode i fysikforskningen

Andre artikler

Jakobsen et al, Thermalization calorimetry: A simple method for investigating glass transition and crystallization of supercooled liquids, AIP Advances, 6, 055019 (2016)

Lyt



Link.....

Kig



Link.....

Åbent Hus



Link.....

Uddannelse



Link.....

Karriere



Link.....