Fysiklegestuens yndlingsforsøg

Af Christian Berrig og Adam Mielke, Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet

Legestuen er en studenterforening, der indadtil fungerer som forum for fysikstuderende og udadtil som formidlere af fysik. Vi vil her fortælle om nogle af Legestuens mest spektakulære forsøg til fysikshows.

Indledning

I kælderen under Niels Bohr Instituttet findes de lokaler, hvor Den Naturvidenskabelige Legestue, eller blot Legestuen blandt venner, holder til. Legestuen laver underholdende og lærerige fysikshows for børn og barnlige sjæle og skaber samtidigt et miljø, hvor den interesserede fysikstuderende kan få modspil i diskussioner og medspil i projekter.

Som medlem af Legestuen og deltager i arrangementer som Kulturnatten kommer man af og til i kontakt med mange fysikinteresserede mennesker. Så da vi blev spurgt, om vi ville lave et indlæg i KVANT om vores yndlingsforsøg, slog vi naturligvis til. I det følgende beskrives en række forsøg.

Nitrogenbombe

Forskellen i massefylde på væske og gas er meget stor, så hvis man lader flydende nitrogen stå et sted, hvor den kan få tilført varme, vil den pludselig fylde meget mere. Hvis der ikke er noget sted, gassen kan slippe hen vil trykket naturligvis stige, hvilket er grunden til, at man aldrig finder nitrogenbeholdere med skruelåg. Forsegler man en mængde flydende nitrogen i en sodavandsflaske, vil overtrykket til sidst få flasken til at eksplodere med et gevaldigt brag.

Forsøgsopstilling:
Det vigtigste i dette forsøg er sikkerheden. Man bør udføre det i en olietønde eller lignende, så tilskuere skærmes for flyvende fragmenter. Der hældes vand i bunden af tønden, så flasken omtrent vil kunne ligge under vand. Dette gøres for at tillade hurtigere varmeoverførsel. I vandet er flasken under et halvt minut om at sprænge, mens den i fri luft er flere minutter om det.

Man har altså god tid, indtil flasken smides ned i tønden, og man bør derfor sikre sig, at låget er skruet godt på. Det sidste man ønsker i dette forsøg, er en fuser. Flasken bør fyldes lidt over en tredjedel op, og det anbefales, at flasker med høje låg benyttes, da fx Nestea-flasker nemt kan blive skruet skævt på.

Udfør forsøget udendørs, da der kommer vand ud over det hele. Det anbefales også, at man benytter høreværn eller stikker fingrene i ørene.

Vakuumklokke (fast nitrogen)

Flydende nitrogen er efterhånden blevet hverdagskost i Scienceshows, men der er mulighed for at fremvise alle tilstandsformerne, hvis bare man har en vakuumklokke. Når man suger den omkringliggende luft væk fra den flydende nitrogen, vil fordampningen sænke temperaturen af den resterende væske. At sænke trykket trækker desuden nitrogenen ned forbi dets tripelpunkt, hvor det kun kan eksistere som gas og fast stof. Dette tvinger væsken til at antage en af disse, og der dannes derved både fast nitrogen og gas.

Figur 1. I en vakuumklokke vil flydende nitrogen omdannes til fast form og gasform.

Forsøgsopstilling:
Placer en beholder med flydende nitrogen i en vakuumklokke. Det kan anbefales at bruge en gennemsigtig beholder, da det bliver nemmere at følge eksperimentets gang. Det er desuden vigtigt at man har en kraftig vakuumpumpe, da den skal være i stand til at overvinde trykket fra den fordampende nitrogen.

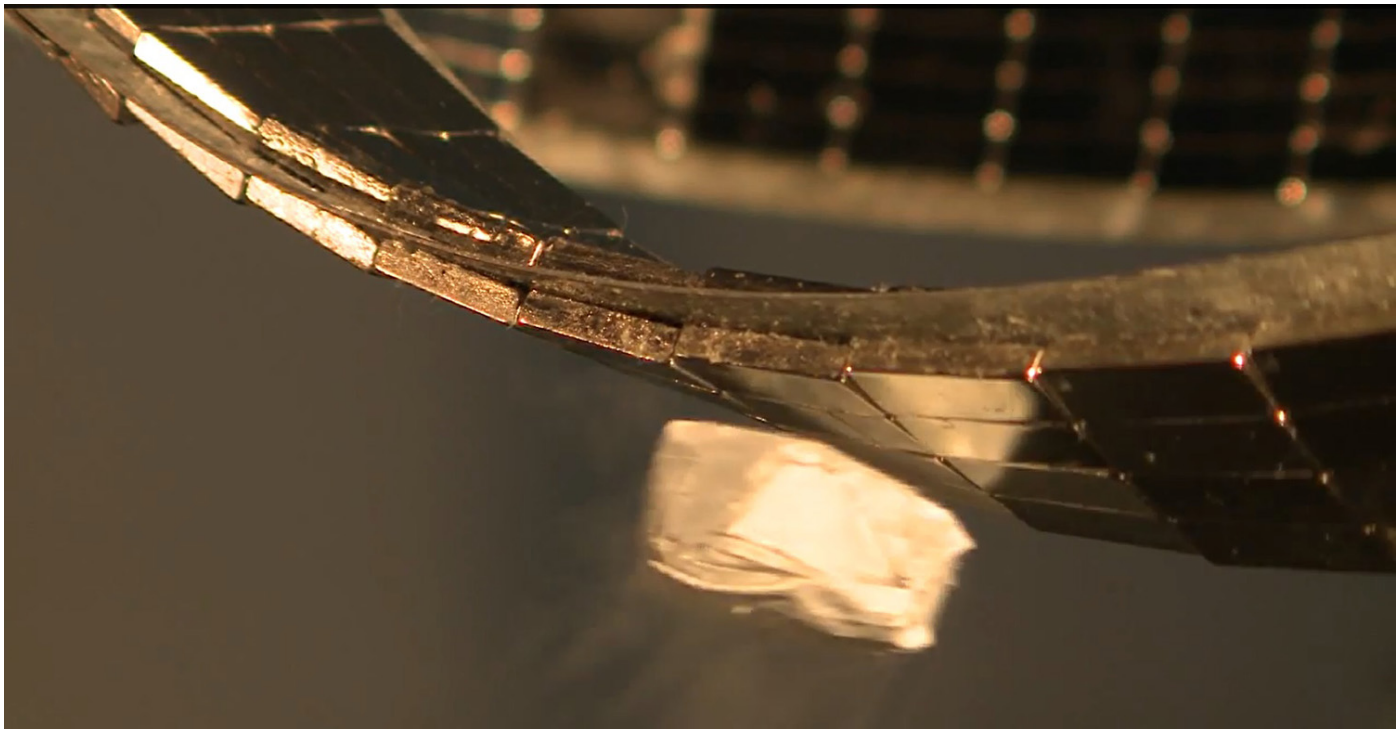
Figur 2. Et close-up af dåsen med nitrogen – på fast form – i vakuumklokken (figur 1).

Möbius-superlederbane

Legestuen har også på grund af vores store kærlighed for flydende nitrogen en superleder. En superleder er et materiale, der under bestemte omstændigheder kan lede elektriske strømme med en modstand på 0 Ohm. Alle nuværende superledere fungerer kun ved lave temperaturer, og det er her den flydende nitrogen kommer ind i billedet. Legestuens superleder er lavet af YBCO (Yttrium-Barium-Copper-Oxide), som er et keramisk materiale med superledende egenskaber under 77 K (ca. −196 °C), hvilket er over nitrogens kogepunktet. Type 2 superledere, som YBCO, har desuden den sjove egenskab, at hvis de opnår de superledende egenskaber, mens de er påvirket af et magnetfelt, vil superlederen huske magnetfeltet og vil efterfølgende forsøge at lægge sig i samme felt. Dette fænomen kaldes flux-pinning.

Hvis man konstruerer en bane, der har konstant felt i én retning, men variererende felt i de to andre, kan man køre rundt med superlederen på denne. Legestuen har udover en linær magnetbane, der bruges ved flux-pinning af superlederen, også en magnetbane formet som et Möbius-bånd med samme slags magneter som den linære bane. Vi benytter neodyniummagneter for at få så stærk en flux-pinning som muligt.

Figur 3. Forsøgsopstillingen til nedkøling af superleder på magnetbanen. Superlederen befinder sig nede i koppen sammen med flydende nitrogen. Foto: Palle Demant.



Figur 4. Superlederen bevæger sig i stil med et "MagLev-tog" langs en magnetbane formet som et Möbius-bånd. Foto: Palle Demant.

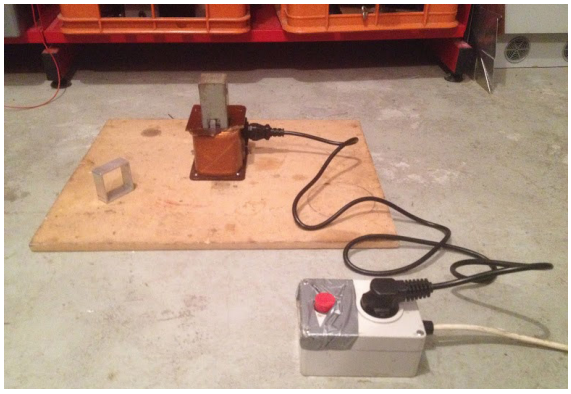
Forsøgsopstilling:

Først lægges superlederen ned i et plastickrus, hævet over den linære magnetbane i kraft af krusets bund. Superlederen skal så tæt på banen som muligt uden at røre, så hvis man har en ujævn bane, kan der eventuelt benyttes to krus for at at få ekstra afstand. Dernæst hældes flydende nitrogen ned i bægeret, hvorved superlederen nedkøles og får sine superledende egenskaber. Superlederen flux-pinner nu til banens felt over magneterne. Superlederen bliver hurtigt kold nok til at flux-pinne, men det anbefales, at man pakker den ind i vat og gaffatape, så den kan holde sig kold. Hvis man gør det, tager det superlederen fem til ti minutter at blive klar. Plasticbægeret kan nu fjernes forsigtigt, hvorved superlederen vil svæve over magnetbanen i samme afstand som under nedkølingen.

Man kan også flytte superlederen (med en tang eller handske, da den er meget kold) fra den linære bane til Möbiusbanen, hvor den igen vil svæve i fast afstand til magneterne på banen, hvis man sørger for at lave den samme type bane. Ved at give superlederen et skub farer den afsted på Möbiusbanen uden at falde af til trods for tyngdekraften.

Ring-launcher

Princippet om elektriske felter, der inducerer magnetfelter, og vice versa er kendt som Faradays Lov. Ved at bruge denne lov kan man med en spole og en jernkerne, bedre kendt som en elektromagnet, affyre en metalring lavet af et ikke-magnetisk metal. Sådan en anordning kaldes en ring-launcher.



Figur 5. Spolekanon eller "Ring-launcher".

Forsøgsopstilling:
Elektromagneten sættes i en stikkontakt og forsynes derved med vekselspænding, der varierer med 50 Hz. Den varierende strøm i spolen inducerer et magnetfelt i jernkernen, der igen inducerer en modsat elektrisk strøm og et modsat magnetfelt i ringprojektilet. Projektilet er her lavet af det ikke-magnetiserbare, men elektrisk ledende metal aluminium.

Da magnetfelterne vender hver sin vej, ender vi med to modsatrettede kræfter, der skubber ringen og elektromagneten fra hinanden. Da elektromagneten står på gulvet og derfor ikke kan rykke sig bagud, skydes aluminiumsringen afsted med stor fart. Tilslutningen af spolen til elnettet styres efter bedste tradition med en stor rød knap. Når der trykkes på knappen vil projektilet flyve afsted vertikalt. Man kan forbedre højden af projektilets bane ved at nedkøle ringen med fx flydende nitrogen, for at øge den elektriske konduktans. Husk at bruge handsker da aluminiumsringen bliver meget kold ved en sådan nedkøling.

Litteratur

[1] Den Naturvidenskabelige Legestues hjemmeside, http://legestuen.nbi.dk

Legestuen ved Kulturnatten

Næste gang Fysik Legestuen optræder offentligt er ved Kulturnatten den 10. oktober 2014 kl. 18, hvor de vil vise deres forsøg på Niels Bohr Institutet, Blegdamsvej 17, 2100 København Ø. Se mere på: www.nbi.ku.dk/Besoeg_os/Kulturnat/

Christian Berrig er bachelor i fysik og er lige startet på kandidatuddannelsen. Hans største faglige interesse er kvantemekanik og han arbejder i øjeblikket på kanonisk kvantisering og ikke-hermitiske kvanteoperatorer.

Adam Mielke er bachelor i fysik og er lige startet på kandidatuddannelsen. Hans primære faglige interesse er komplekse systemers fysik, og han arbejder i øjeblikket på fasefeltssimuleringer af overgangen fra flydende til fast fase.

PFEIFFER VACUUM

Vacuum pumper

To-trins olielamelpumper
Promotionpris fra DKK 8.000

Tlf. 4352 3800 Fax 4352 3850
Erik.Fjeldgaard@pfeiffer-vacuum.dk
www.pfeiffer-vacuum.com