



# Vattentermometern

## Varning!

I denna undersökning kan det förekomma kokhett vatten.

## Material

- 1 st 50 cL PET-flaska med kork
- 1 st syl
- 1 st mer eller mindre genomskinligt sugrör
- Häftmassa
- 1 st skål
- Vattenkokare, eller annat sätt att värma vatten (valfritt)
- Karamellfärg (valfritt)
- Vatten

## Gör så här



1. Gör hål i korken med sylen. Hålet ska bli lika stort som sugröret är tjockt. "Veva runt" sylen om det behövs för att öka hålets storlek.



2. Tryck sugröret genom hålet i korken. Det är inte så noga hur långt ner i flaskan det sticker. Täta runt hålet med häftmassa.



3. Häll några droppar karamellfärg i flaskan. Fyll sedan flaskan till kanten med kallt vatten. Skruva på korken igen. Kontrollera att det är tätt runt sugröret genom att klämma på flaskan. Då ska vattennivån i sugröret stiga.



4. Häll hett vatten i skålen (ju varmare ju tydligare blir resultatet). Ställ flaskan i skålen. Se hur vattennivån i sugröret stiger!

## Kort förklaring

Vattnet i flaskan expanderar när det värms upp. Eftersom det inte finns något utrymme i flaskan för vattnet att expandera i stiger det upp i sugröret.

## Lång förklaring

De flesta vätskor, alltså flytande rena ämnen eller blandningar, genomgår så kallad *termisk expansion*, vilket betyder att de ökar i volym när de värms upp.

Temperatur är ett mått på hur mycket partiklarna i ett ämne rör sig, det vill säga hur mycket kinetisk energi de har. När vatten värms börjar vattenmolekylerna röra sig mer och mer. De hamnar också allt längre ifrån varandra. Det beror på att de börjar slita sig loss från de bindningar (vätebindningar) som håller ihop dem. I flytande vatten sitter dock alltid vattenmolekylerna ihop, men bindningarna "stretchas" ut och molekylerna byter plats oftare ju varmare vattnet är. När vatten hettas upp till kokpunkten brister bindningarna och vattenmolekylerna lossnar helt från varandra. Då övergår det flytande vattnet till gasform (vattenånga).

Det motsatta är förstås också sant; om varmt vatten kyls ner hamnar vattenmolekylerna allt närmare varandra - men bara till en gräns. Vid 4 °C är vattenmolekylerna som närmast varandra och vattnet har sin högsta densitet. När vattnet därefter kyls ner ännu mer, och vattenmolekylerna alltså rör sig allt mindre, hamnar de faktiskt längre ifrån varandra igen! Då börjar nämligen vätebindningarna mellan vattenmolekylerna dominera helt, och ordnar upp molekylerna i en väl ordnad kristallstruktur. Vattenmolekyler har elektriskt laddade ändar (är dipoler). I denna kristallstruktur vrids vattenmolekylerna så att den positiva ändan på en molekyl vetter mot den negativ ända på en molekyl o.s.v. För att detta ska funka för alla vattenmolekyler kan de inte vara för nära varandra. Vid 0 °C har de stabiliserats helt i fasta positioner en liten bit ifrån varandra. Vattnet har då blivit till fast form (vattenis) och har då ökat 9 % i volym jämfört med 4 °C varmt vatten.

Att den fasta formen av ett ämne har lägre densitet än den flytande är väldigt ovanligt. Men för vatten är det sant. Och detta har stora konsekvenser för livet på jorden. Det gör nämligen att is flyter och skapar ett isolerande lager på toppen av frusna sjöar eller hav. Skulle is i stället sjunka skulle en sjö eller ett hav börja frysa från botten och uppåt, och utan det isolerande lagret högst upp är sannolikheten mycket större att hela vattenpelaren skulle frysa till is.

I denna undersökning syns det väldigt tydligt att varmt vatten tar upp större volym än kallt vatten. Detta beror alltså på att vattenmolekylerna är längre ifrån varandra, och detta är detsamma som att vattnet har lägre densitet. Skulle varmt och kallt vatten blandas skulle det varma vattnet flyta ovanpå det kalla - tills deras temperaturer utjämnats genom konduktion. Det är därför det oftast är varmast på ytan i en sjö. Detsamma gäller i atmosfären, där varm luft flyter ovanpå kall luft. I atmosfären värms luften i regel upp vid jordytan och stiger därefter för att inrätta sig på sin plats högre upp (och kyls sedan ner av rymden).

Att varm luft eller varmt vatten stiger beror på att gravitationskraften från jorden har en svagare effekt ju lägre densitet ett ämne har. Nästan hela jordklotet är egentligen skiktat efter densitet, med tungt järn i kärnan och lättare bergarter längre upp. Denna skiktning kan bara ske när ämnena är flytande eller i gasform och kan byta plats (hela jordklotet var flytande tidigt i jordens historia).

I denna undersökning värmer vattnet i skålen upp vattnet i flaskan. Detta sker genom så kallad konduktion. *Konduktion* är värmeöverföring genom direktkontakt, närmare bestämt överföring av kinetisk energi hos partiklar genom att de kolliderar med varandra. I denna undersökning kolliderar vattenmolekylerna i skålen med plastmolekylerna i flaskan, som i sin tur kolliderar med vattenmolekylerna i flaskan. Den kinetiska energin överförs i riktning från de partiklar som rör sig mest till de som rör sig minst. Till slut kommer alla partiklar röra sig lika mycket. Eftersom temperaturen är ett mått på rörelseenergin hos partiklar leder konduktion till att temperaturen jämnas ut mellan alla partiklar.

Termometern du har tillverkat i den här undersökningen fungerar precis som en vanlig (vätske)termometer. I den finns en behållare med en vätska som expanderar när den värms upp och kontraherar när den kyls ner. Denna förändring i volym görs extra tydlig i smal kanal av behållaren.

## Experimentera

För att göra denna undersökning till ett experiment kan du försöka besvara någon av nedanstående frågor. Glöm inte att ställa en hypotes och att förklara resultatet.

- Vilken är vattennivån vid 20 °C, 30 °C, 40 °C o.s.v.? Rita streck på sugröret - så har du skapat en graderad termometer. Här kanske du kan behöva trä ett till sugrör över det första, så att vattnet inte kan rinna över.
- Vad händer om du bara fyller flaskan till hälften med vatten?
- Vad händer om du använder ett smalare sugrör?
- Vad händer om du använder en större flaska?
- Vad händer om du täpper igen sugrörets övre öppning med häftmassa?
- Vad händer om du använder en högre och större skål?



## Variant

Du kan skippa korken helt och bara använda modellerar (eller häftmassa) för att tätta öppningen. Det är dock svårare att få det tätt då, eftersom modelleran gärna släpper när den blir varm och angrips av vattenånga.

## Film

Se undersökningen på film. Surfa in på [www.experimentskafferiet.se/experiment/vattentermometern](http://www.experimentskafferiet.se/experiment/vattentermometern), eller scanna streckkoden nedan med din mobil.

