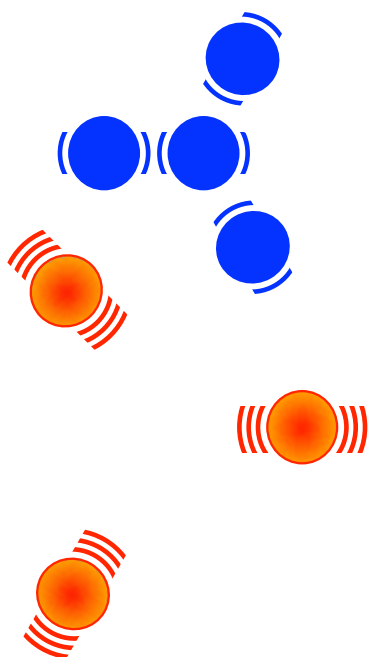


I första lektionen gjorde vi en historisk tillbakablick. Nu går vi igenom grundläggande teori för att överhuvud taget kunna mäta temperatur - Termodynamik och värmeöverföring.

LEKTION 2 TERMODYNAMIK OCH VÄRMEÖVERFÖRING

EN TEMPERATURMODELL - LIVLIGHETSTEORIN

En varm kropp har större rörlighet i sina minsta element än en kall kropp. Medelvärde av den kinetiska vibrationsenergin hos atomer och molekyler i en kropp är ett mått på dennas temperatur.



Figuren antyder att varm materia har stor kinetisk (rörelse-)energi i sina minsta beståndsdelar, medan kallare materia innehåller lägre kinetisk energinivå. Dessutom kräver normalt högre energinivåer mera utrymme

TERMODYNAMIK

För att förstå temperaturmätning måste man ha grundläggande kunskaper i termodynamik och värmeöverföring.

Termodynamikens nollte huvudsats:

Om två kroppar är i termisk jämvikt med en tredje kropp, då är de även i termisk jämvikt med varandra. Med andra ord så överförs ingen värme om kroppar har samma temperatur. Detta förstår man intuitivt men det framgår inte av någon av de andra huvudsatserna så därför lade man till denna efteråt och placerade den först. All temperera-

turmätning och kalibrering baseras på denna sats.

Första huvudsatsen:

Energi kan varken skapas eller förstöras – bara omvandlas mellan olika energiformer.

Andra huvudsatsen:

Kan formuleras på lite olika sätt men den lämpligaste formuleringen för mättekniker är att värme aldrig övergår av sig själv från en kall kropp till en varm.

VÄRMEÖVERFÖRING

Det finns tre olika mekanismer för värmeöverföring, vilka kan uppträda samtidigt eller var för sig: ledning, konvektion och strålning. Kunskap om de olika utbredningssätten är väsentlig för att förstå vad som händer i en mätsituation. Med förståelsen kan man förebygga mätfel genom att arrangera installationen så att givaren inte stör mätningen genom att skapa nya transportvägar för värmeffödet.

Ledning

Enligt temperaturmodellen ovan där atomer (eller molekyler) vibrerar så förstår man att en atom med mycket vibration snart påverkar sin granne att också vibrera. Denna vibration eller värme sprider sig genom att vibrationsenergin förflyttas från atom till atom. Ett annat ord för värmeledning är värmeledningsförmåga. Se figur och tabell.

Metaller är som regel mycket bra värmeledare. I vätskor och gaser håller molekylerna större avstånd till varandra, varför vibrationerna

inte kan fortplantas så lätt. Vakuum leder ingen värme i brist på molekyler.

Medium	Värmeledningsförmåga
Fasta material	W / (m K)
- Ag, Cu	420, 380
- Al (grundämne)	220
- Rostfria stål	15
- Glas	0,93
- Trä, furu	0,1 - 0,4
- Glasull	0,035
Vätskor	
- Vatten 20-100 °C	0,60 - 0,68
Gaser	
- Luft 20 - 100 - 300 °C	0,025 - 0,032 - 0,045

Tabellen visar värmeledningsförmågan (konduktiviteten) hos några olika medier. Värdena är ungefärliga

Konvektion

Konvektion innebär rörelser i fluiden (=vätska eller gas)

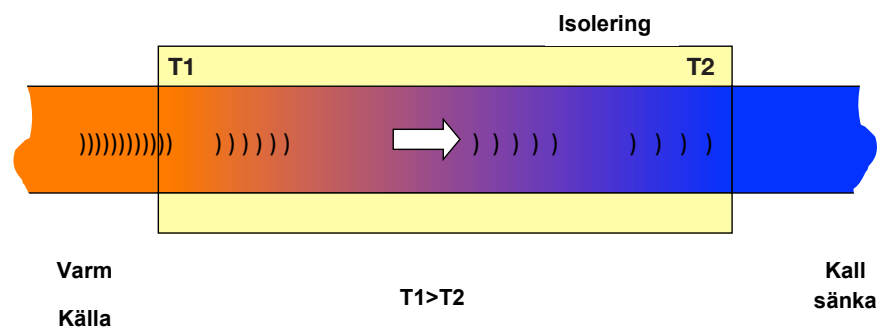
Naturlig konvektion innebär rörelser på grund av densitetsskillnader som beror av temperaturskillnader. Varm fluid är "lättare" än kall och "flyter upp".

Påtvingad konvektion erhålls genom omrörare, pumpar och fläktar. Fluidens temperatur kan då bli jämnare över volymen.

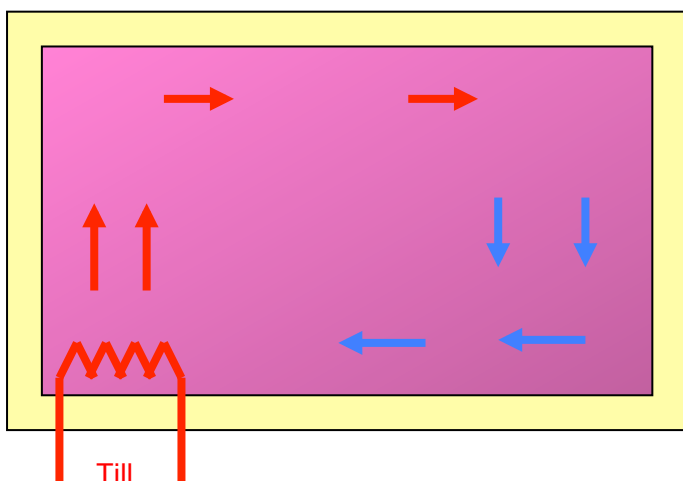
Värmeöverföring från fluid till fast kropp underlättas av ökad fluidomströmning. Likaså är det lättare att överföra värme med en vätska än med en gas. Det beror på att vätskan har atomer eller molekyler som överför sin vibrationsenergi tätare. I vakuum förekommer ingen konvektion i brist på molekyler.

Vatten överför värme bättre än luft

I figuren nedan strömmar en fluid i ett rör. Vinkelrätt mot strömningsriktningen är en givarspets med \varnothing 3 mm instucken till rørets centrum. Flödet strömmar med 8 m/s och har temperaturen är 50 °C. I värmeöverföringsteorin talar man om



Värmeöverföring genom ledning (konduktivitet). Vibrationsenergin överförs från atom till atom. Ledningsförmågan är som regel bäst i metaller. Gaser leder sämst.



Figuren visar exempel på konvektion i eluppvärmd ackumulatortank. Värmeväxlaren eller elpatronen värmer upp vattnet vars molekyler på grund av ökad vibrationsenergi blir mer åtskilda. Därmed minskar densiteten och den varma fluiden stiger. Då fluiden svalnar genom värmeläckage eller uttag till värmeväxlare packas molekylerna samman med den minskande vibrationsenergin och sjunker.

värmeövergångskoefficient, α (alfa), som anges i $W(m^2K)$, d v s överförd effekt per kvadratmeter och grad C temperaturskillnad. Värmeövergångskoefficienten varierar med typ av fluid och dess hastighet. För vatten ger beräkningar i det här speciella exemplet 47 000 $W(m^2K)$ medan luft inte förmår överföra mer än 160 $W(m^2K)$. Vattnet överför alltså här närmare 300 gånger mera effekt än luften.

I vardagslivet har vi lärt oss att vi kan vistas lång tid i en bastu som är 70-80 °C varm. Däremot skulle vi aldrig frivilligt komma på idén att doppa pekfingeret i en kastrull med vatten av samma temperatur!

Strålning

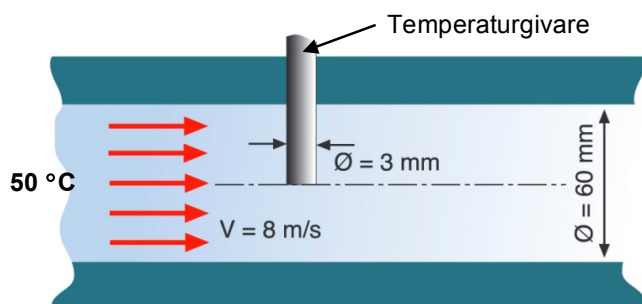
Strålning är en elektromagnetisk vågrörelse (IR-området) som inte behöver ett medium för värmetransporten. Vakuum utgör alltså inget hinder för strålningsvärme och det



är solstrålning ett bevis för.

Nettostrålningen mellan två kroppar går från varm till kall kropp. Alla kroppar som har temperatur över absoluta nollpunkten, 0 kelvin (= -273,15°C), utstrålar värmeenergi.

Solbadsbilden illustrerar solens strålningsvärme. Ett moln hindrar strålningsvärmen, vilket de flesta vet av erfarenhet. Via konvektion förs värme mellan kropp och luft (via



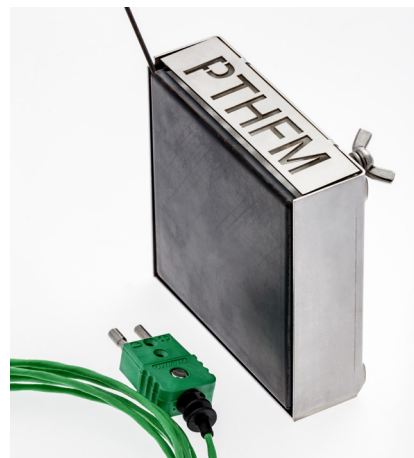
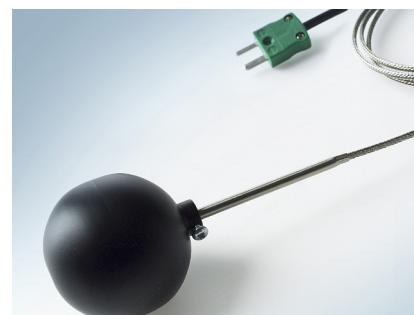
exempelvis havsbrisen). Värme leds mellan kroppen och sanden. Riktningen är från hög temperatur till lägre.

Värmestrålning är en ofta förbisedd felkälla vid temperaturmätning:

Exempel

- Reflexer till pyrometrar
- Påverkan på givare när omgivande ytor skiljer i temperatur från fluiden
- Vid förbränning är värmestrålning betydande.

En produkt som mäter lufttemperatur och tar hänsyn till inverkan av strålningen är Globtermometern. En produkt som huvudsakligen mäter värmestrålningen är Plate Thermometer Heat Flux Meter (PTHFM)



Om du vill läsa mer om Värmeöverföring för mättekniker finner du det på Pentronics hemsida www.pentronic.se > Nyheter > Teknikartiklar

Vill du fördjupa dig ytterligare och lära dig ännu mer om temperaturmätning så finns förstås Pentronics kurser i "Spårbar temperaturmätning" förlagda i Västervik eller företagsförlagda om så önskas. För mer information se www.pentronic.se

AKTUELLA TEMPERATURKURSER

ST1
25-26 oktober 2017

Se www.pentronic.se för senaste information om kurstillfällen. Kontakta oss om temperaturkurs på ditt företag.

PENTRONICS PRODUKTPROGRAM

- Temperaturgivare
- Temperaturindikatorer
- Handhållna temperaturmätare
- Reglerutrustning
- Kalibreringstjänster & -utrustning
- Fukthalts- & tjockleksmätare
- Utbildningar i temperaturmätning & -kalibrering
- Temperaturtransmitttrar
- Kablar - kontakter - paneler
- IR-pyrometrar
- Dataloggar och skrivare
- Flödesmätare
- GFM Glasflödesmätare
- Elektro-optiska testsystem

PENTRONICNYTT 2017-2 • ÅRGÅNG 28

PENTRONIC
Bergsliden 1, SE-593 96 Västervik
Tel. 0490-25 85 00, Fax. 0490-237 66
www.pentronic.se

Anmälan för prenumeration av PentronicNytt gör du på vår hemsida www.pentronic.se