

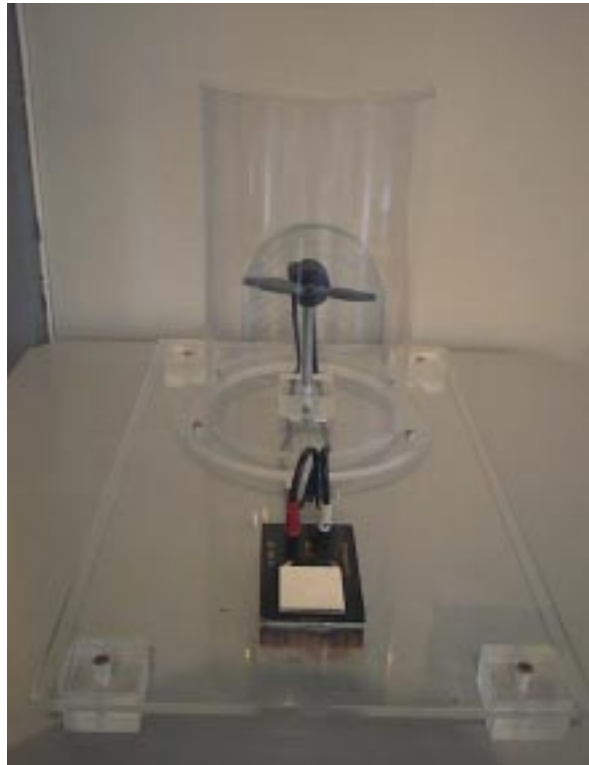


VITENSENTERET

## 59 TERMOGENERATOREN (Rev 2.0, 08.04.99)

### 59.1 Beskrivelse

Bildet under viser hvordan modellen tar seg ut slik den står i utstillingen.



### 59.2 Oppgaver

*Legg hånden din på den lille, kvite platen.*

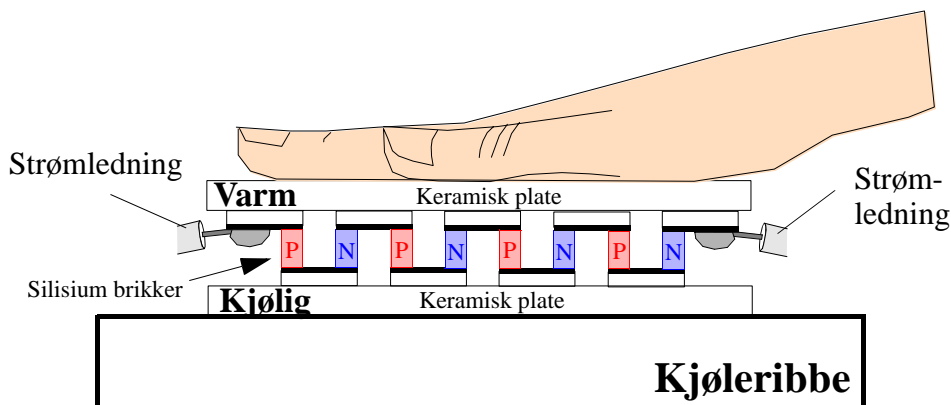
*Hva skjer?*



## VITENSENTERET

### 59.3 Experimentarius forklarer

Den lille, kvite platen er en keramikkplate. Modellen har egentlig to små kvite keramikkplater, som er koblet sammen med silisium-brikker. Hånden din har varmet opp den øverste platen.



Silisiumbrikkene er merket P og N. P-materialet har underskudd på elektroner, mens N-materialet har overskudd på elektroner.

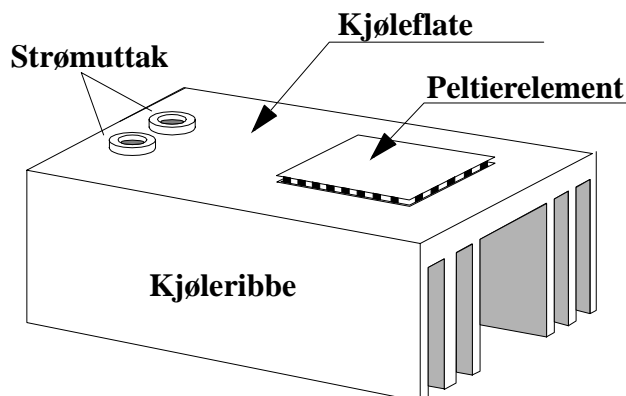
Forskjellen i temperatur mellom platene får elektroner til å vandre gjennom silisiumbrikkene, slik at det dannes elektrisitet som driver propellmotoren.

På denne måten kan du bruke varme fra kroppen din til å produsere litt strøm.

### 59.4 Forklaring

En termogenerator kan brukes til å demonstrere energiomsetning og forskjellige energiformer på en illustrativ måte.

Modellen består av en kjøleribbe hvor det er montert et Peltierelement. Når den ene siden av elementet avkjøles av kjøleribben og den andre siden varmes opp av en hånd, produseres strøm som driver en liten motor.

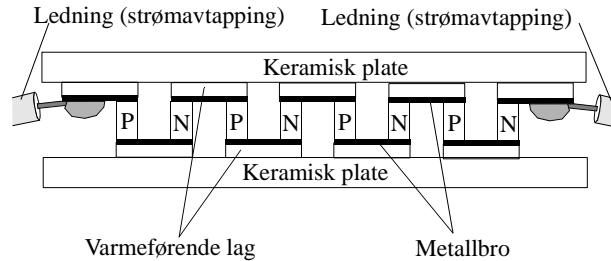


Figur 59.1 Termogenerator



## VITENSENTERET

Som vist i Figur 59.1 består termogeneratoren av et Peltierelement som er montert på en kjøleplate. Et Peltierelement består av n- og p-dopede silisiumstaver som er koblet i serie. I vår termogenerator er 72 silisiumstaver sammenkoblet med metallbroer som vist på Figur 59.2.



**Figur 59.2 De dopede silisiumstavene er seriekoblet ved hjelp av metallbroer.**

Som en ser av figuren, er silisiumstavene montert mellom to keramiske plater. Ved å la de to platene ha forskjellig temperatur vil hvert element i koblingen gi en liten spenning. På grunn av seriekoblingen av elementene vil selv små temperaturforskjeller gi betydelige termospenninger.

### Doping av silisium

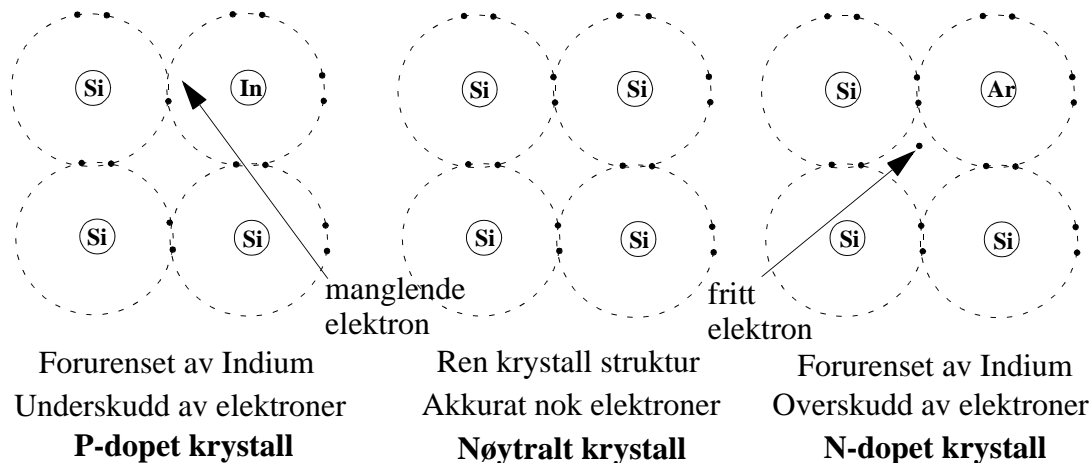
Silisium er et stoff som det finnes mye av i naturen, det er faktisk et av de vanligste. Dette benyttes i dag i stor grad til framstilling av elektroniske komponenter som f.eks. transistorer. Disse komponentene kalles også *halvledere*, siden de hverken er gode ledere eller gode isolatorer, men noe midt imellom.

Halvlederindustrien framstiller svært rene krystaller av silisium. Disse krystallene gros og renses i store ovner. I dag kan slike krystaller være inntil 30cm i diameter og over en meter lang.



## VITENSENTERET

Disse lange sylindriske krystallene skjæres opp i skiver som er basis for framstilling av transistorer og integrerte kretser. Silisium er i seg selv isolerende. Dvs alle elektroner i ytre skall hos atomet er bundet i krystallstrukturen. Ved dopingen tilføres krystallet forurensende atomer, f.eks. Arsen, som har et elektron mer i ytre skall enn silisium. Dermed blir det et overskudd av elektroner i den dopede strukturen som vist på Figur 59.3.



**Figur 59.3 Doping av silisium**

Doping kan variere, men er normalt relativt svak i en halvleder. Typisk er det bare ett forurensende atom pr. 1 million silisium atomer.

### 59.5 Bruksområder

Dersom termogeneratoren tilføres strøm, vil det skapes temperaturforskjell mellom kjøleplata og toppen av termogeneratoren. Avhengig av hvilken vei strømmen går, dvs hvilken vei spenningen tilkobles elementet, vil det bli henholdsvis varmt eller kaldt. Når det går strøm i elektroniske komponenter (transistorer, integrerte kretser eller mikroprosessorer) blir de varme, enkelte ganger kreves avkjøling for å hindre at komponentene blir ødelagt. I slike tilfeller kan Peltierelementer benyttes til avkjøling.

I andre tilfeller krever elektroniske komponenter en stabil temperatur (f.eks. stabile frekvensoscillatorer). I slike tilfeller kan elementet benyttes dels til å varme og dels kjøle ned komponentene, og på den måten stabilisere temperaturen på ønsket temperatur.

### 59.6 Prosjektoppgaver

Følgende gir noen forslag til prosjektoppgaver:

#### 1. Peltierelementet

Koble en motor med propell til termogeneratoren og sett et metallbeger med kaldt vann på toppen av generatoren. Alt ved en temperaturforskjell på 5 - 6 grader mellom det kalde vannet og temperaturen på kjøleribben, vil generatoren gi tilstrekkelig strøm til å bevege propellen.



## VITENSENTERET

Dersom vannet i begeret varmes opp, vil en registrere hvordan omdreiningstallet og dreieretningen endres med stigende temperatur. Stor termospenning kan oppnås dersom en setter kjøleribbene i vannbad med varmt vann, og samtidig avkjøler den andre plata med tørris. Under slike forhold kan en få en glødelampe på 1.5V og 90mA til å lyse.

Legg en dråpe vann på toppen av termogeneratoren og sett strøm på ledningene. Strømmen må ikke overskride 6A som oppnås med en spenning på ca 8,6V. Om vannet vil koke eller fryse avhenger av retningen til spenningen.

## 2. Dyrking av krystaller

Dyrking av krystaller er en spennende aktivitet som kan gi meget vakre resultater.

Sillisiumbrikkene benyttet for å framstille Peltierelementer og halvledere (transistorer, dioder og integrerte kretser) er avhengig av dyrking av rene krystaller. Prosjektet skulle derfor gi et visst inntrykk av hvordan framstilling av slike foregår. En vil også oppdage hvor vanskelig det er å framstille helt rene krystaller, som er en forutsetning for å oppnå et halvledermateriale som kan brukes til elektroniske komponenter.

Vi vil her ganske kort beskrive en metode for å dyrke krystaller. For en fyldig beskrivelse, henvises til: A. Holden, "Krystallenes verden", Gyldendals Kvantebøker 1962 (kan lånes på Folkebiblioteket i Trondheim)

Følgende framgangsmåte anbefales:

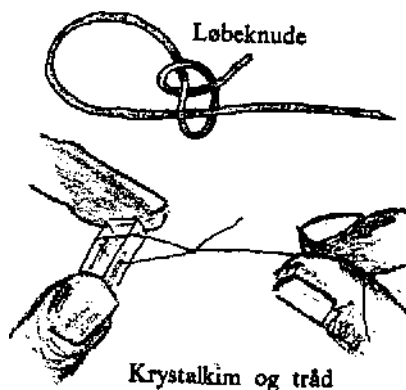
1. Kjøp minimum 150g Kaliumaluminiumsulfat - dodecahydrat (eller benevnt Alun -  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ) på apoteket.
2. Hell opp 1/2 liter vann i en gryte og tilsett 100g Alun.
3. Varm opp blandingen under omrøring til all Alunen har løst seg opp.
4. Hell oppløsningen over i et rent Norgesglass.
5. Deretter drysses noen korn av det Alunet, som ikke er benyttet, opp i oppløsningen før lokket settes på.
6. La oppløsningen stå et par dager på et sted med jevn temperatur (romtemperatur).
7. Når væsken har stått, helles oppløsningen over i et nytt Norgesglass, samtidig som en sørger for at de utfelte krystallene ikke blir med over i det nye glasset.
8. Held ca 10% av vesken over i en liten glass-skål og sett denne på et rolig sted. Skålen skal ikke tildekkes. Etter en tid vil det danne seg små krystaller på bunnen av skålen. Krystallene pirkes forsiktig løs fra bunnen før de har klart å vokse sammen. Dersom det er vanskelig å få skilt ut krystallkim, skal en drysse noen få korn Alun opp i skålen. Disse *krystallkimene* skal brukes som *kim* for å dyrke de større krystallene. Det er viktig at kimene har en størrelse på minimum 2mm, og har en regelmessig form.
9. Ta nå oppløsningen som ble satt til side. Ta av lokket og lag et dekke av stoff som ikke loer. Dette skal dekke glasset under selve groprosessen. Bruk et gummistrikk for å holde stoffet på plass. Grunnen til at en benytter et stoff som lokk, er at vi ønsker en jevn avdampning uten at for mye støv faller ned i oppløsningen. Dersom nye kim er



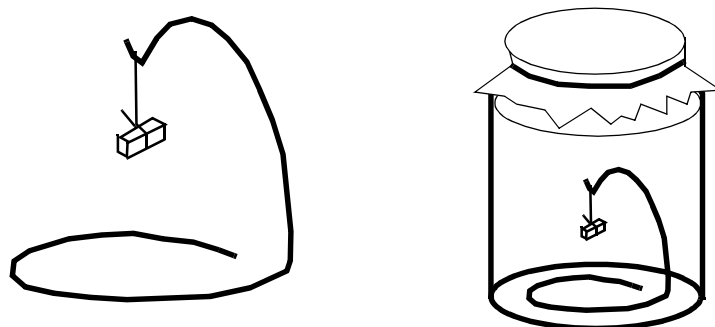
## VITENSENTERET

skilt ut i oppløsningen, kan en varme den forsiktig, slik at alt Alunet er oppløst når krystallkimen sette ned i oppløsningen. Husk å kjøle av oppløsningen før kimen monteres.

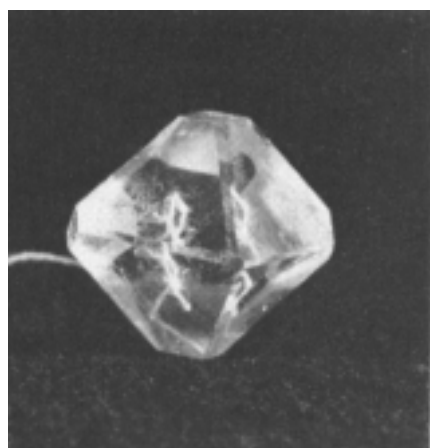
10. Ta et godt krystallkimen og bind en tynn tråd omkring det som vist i figuren under.



11. Lag så en opphengningsmekanisme ved hjelp av en ståltråd, som vist på tegningen under, og senk krystallen ned i oppløsningen.



12. Når så krystallen er senket ned i glasset, settes tøylokket på, og glasset settes til side på et sted som har så konstant temperatur og fuktighet som mulig. Poenget er at avdampingen fra oppløsningen skal skje mest mulig jevnt. Etterhvert som avdampingen skjer, vil det overskytende stoffet skilles ut på kimen som langsomt vokser. Bildet under viser hvordan resultatet kan bli.





#### VITENSENTERET

13. Oppbevaring av krystaller gjøres tørt. Det kan også være viktig å unngå å berøre de plane overflatene, da disse lett kan bli matte.  
Den anbefalte boka inneholder flere oppskrifter på blandinger som gir krystaller av forskjellig form.

#### 59.7 Litteratur

For dyrking av krystaller anbefales referanse [83] på det varmeste.