

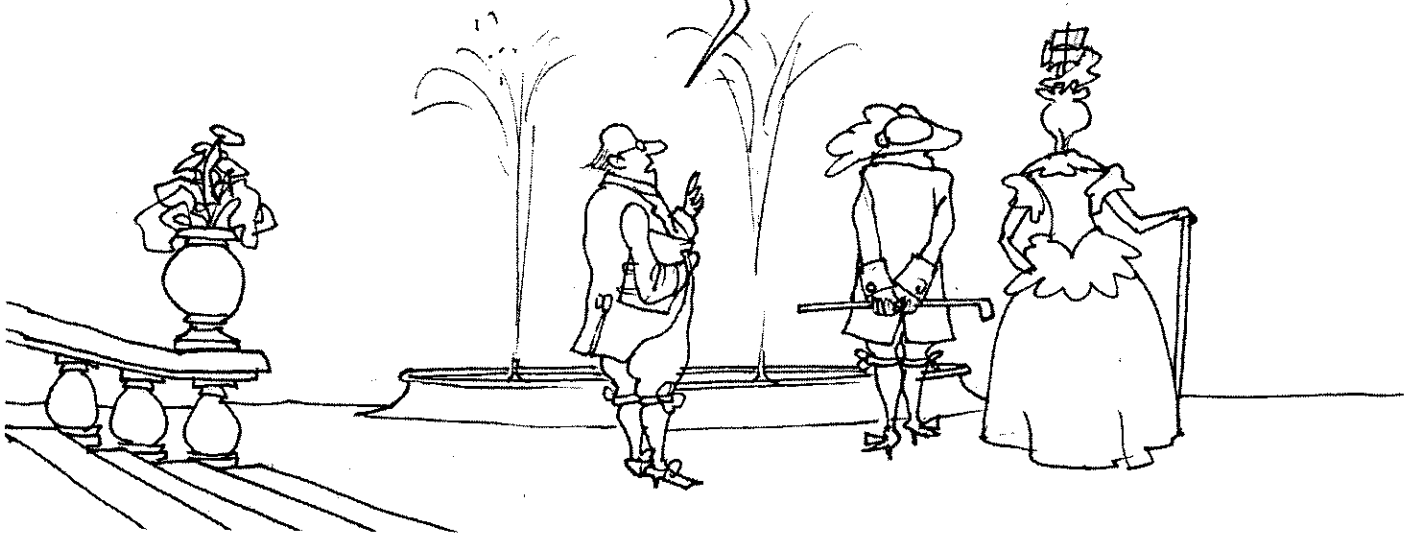
Jean-Pierre Petit

BÄRNSTENEN OCH GLASET

Historia av elektricitet

Översatt av Olga Forsare Orde

Detta elektrisitet saknar egentligen
intresse. En rolig föreställning, som mest.
Den har ingen framtid, om du vill ha min åsikt.



till Vladimir Golubev,
min broder

PROLOG

Morfar, det är en katastrof. Anselme och jag förstår ingenting om **ELEKTRICITET**. Amperer, volt, Ohm, allt det här blandar ihop sig i våra stackars huvuden!



Nå, ungarna, hur går det?



Vad är det som ni inte förstår?

Men ALLT!
Vad är **ELEKTRISK STRÖM** för något. Det förklaras ingenstans!

Barnen mina, om ni verkligen vill förstå vad **ELEKTRICITET** för någonting, då får ni gå långt tillbaka i tiden.



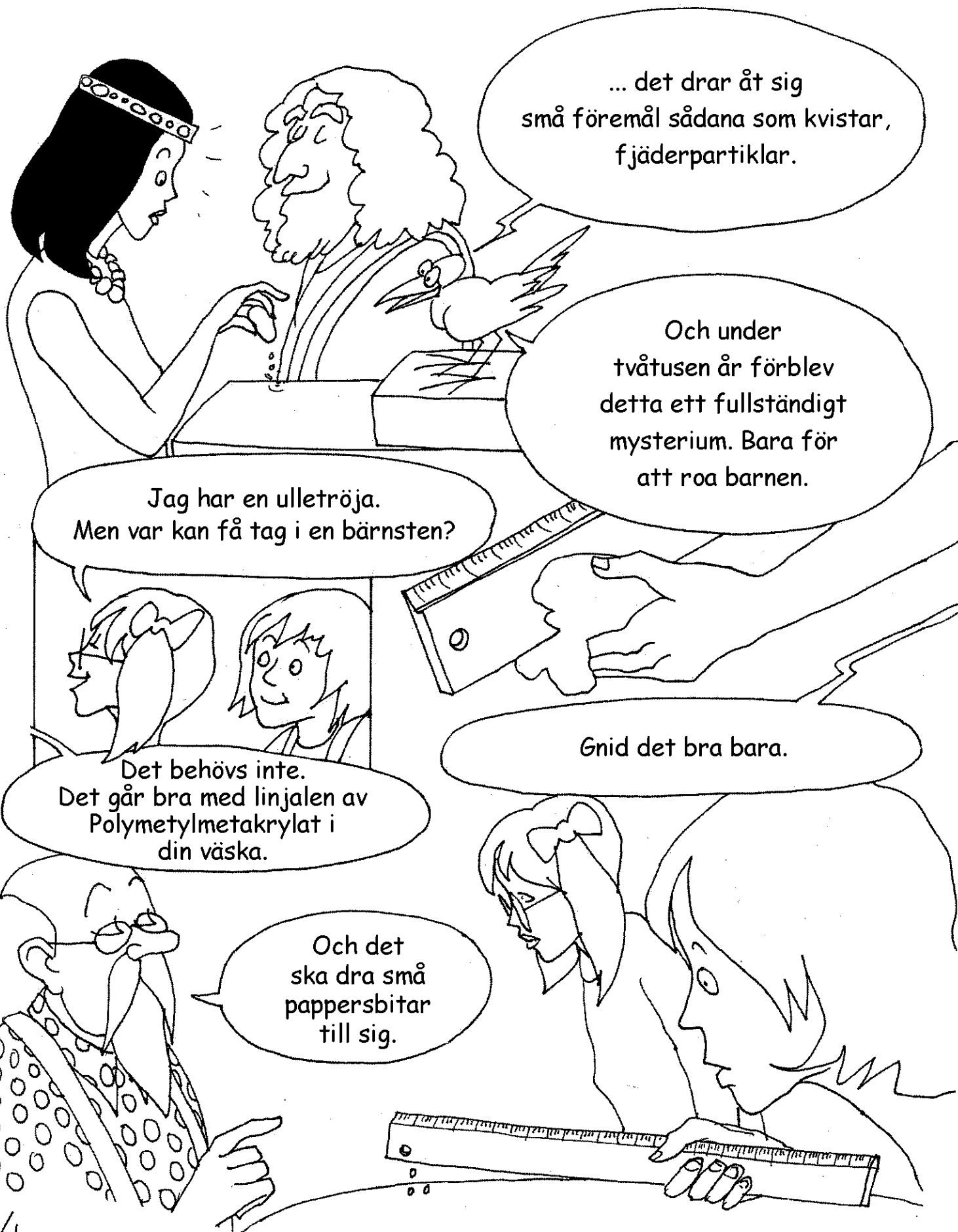
Tänk er att ordet elektricitet kommer från grekiska **ELEKTRON**, vilket betyder bärnsten. Detta är en fossil kåda som fanns i Norra Europa in form av små gula genomskinliga bitar som användes för att göra smycken i gamla dagar.



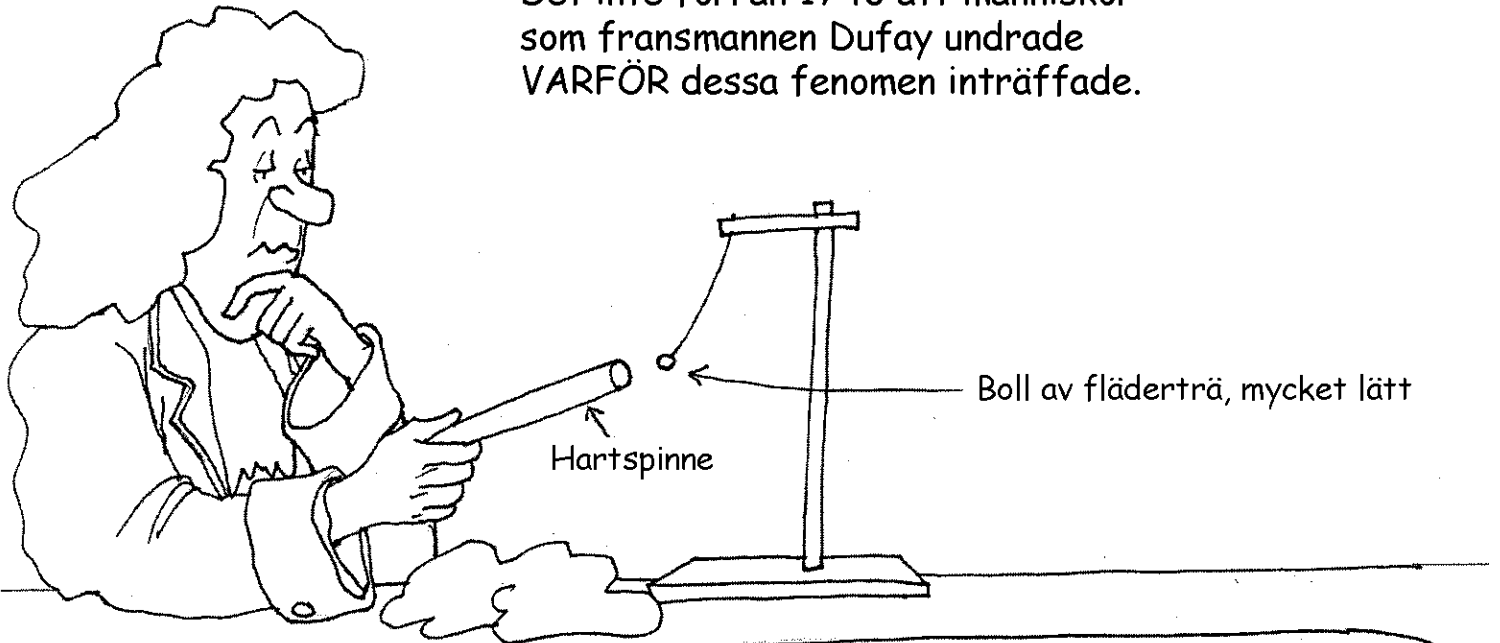
I det femte århundradet före Kristus märkte matematikern Thales att om man gned denna bärnsten med en ullbit....



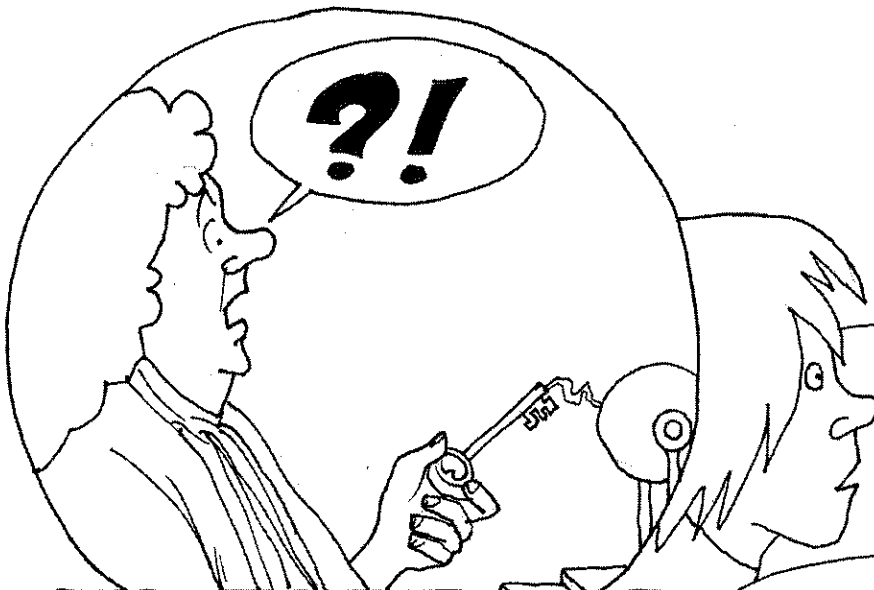
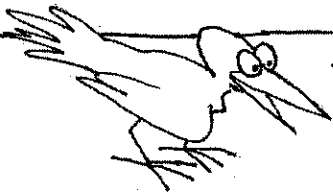
STATISK ELEKTRICITET



Det inte förrän 1740 att människor som fransmannen Dufay undrade **VARFÖR** dessa fenomen inträffade.

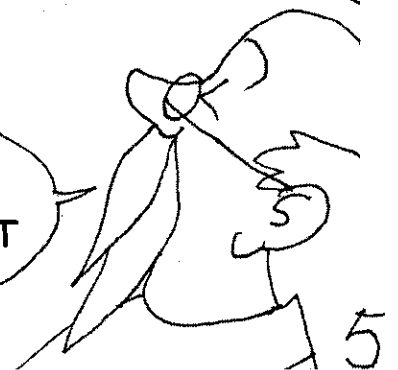
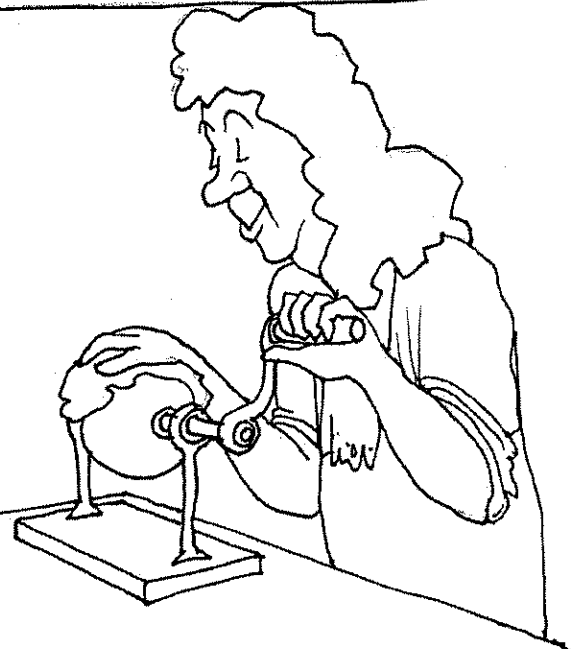


Man började då att gnida vad som helst för att försöka. Man märkte inte bara att bärstenen och kådan kunde **ELEKTRISERAS GENOM FRIKTION**, utan också att svavel och **GLAS HADE DETTA EGENSKAP**; Man konstruerade då maskiner dit man lade sfärer eller diskar av harts, svavel och glas som man gjorde elektriserade genom att gnida dem mot läderkuddar och genom att sätta dem i rotation med en vev.



Till de grad att man fick **GNISTOR**, synliga i mörkret.

Man kallade detta **TRIBO-ELEKTRICITET**

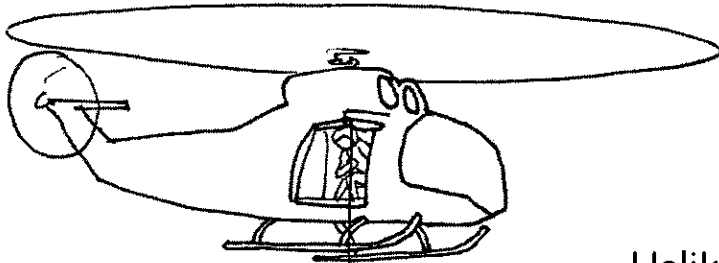




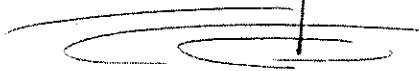
Det finns många material som kan elektriseras genom luftfriktion. I tørt väder laddas bildäck och man kan känna en urladdning genom att ta taget om bilens handtag. Katter kan också ladda sin päls genom friktion (*). En elektriskt laddad katt, isolerad från sina tassor med kuddarna, känner en urladdning när den slickar någon eller någon.



Mycket bra!



Helikopterns syntetiska rotorblad laddas vanligen under mer än 100 000 volt. När piloterna vill plocka en skeppsbruten person, blöter de först kabeln i vatten tills han själv griper i den.



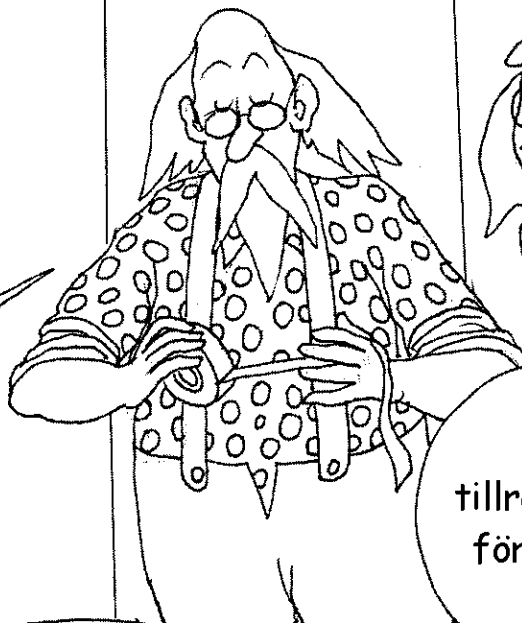
Dykare hoppar in i vatten från helikopter för att undvika länken genom vilken maskinen laddar ur i havsvattnet.

(*) En mycket hårig katt kan laddas upp till 50 000 volt och framkalla mycket fina gnistor i mörkret. Men även om skakningen känns väl, kroppsskadan är obetydlig, därför att den elektriska intensiteten förblir mycket svag.



Man kan skapa ett mycket imponerande elektriskt fenomen, genom att instänga sig i ett totalt mörker, med en isolerbandsrulle. Det fungerar då genom avrivning.

Genom avrivning?



När man drar bandet, ett starkt blått ljus uppstår på stället där avlossningen sker.

Det är tillräckligt intensivt för att kunna läsa en text!

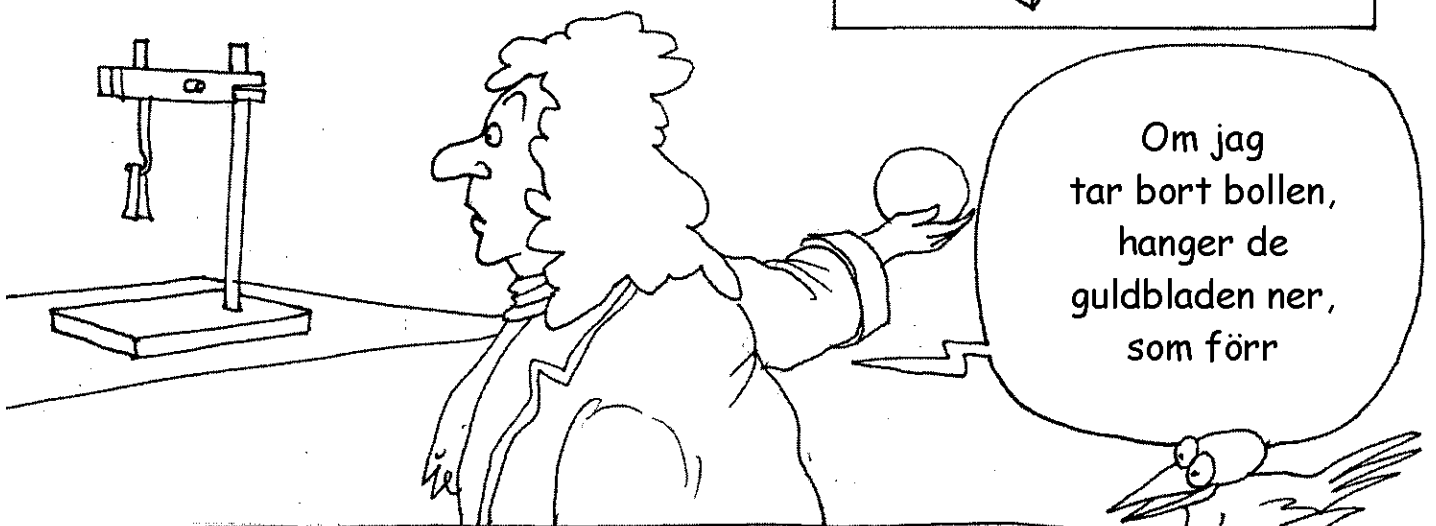
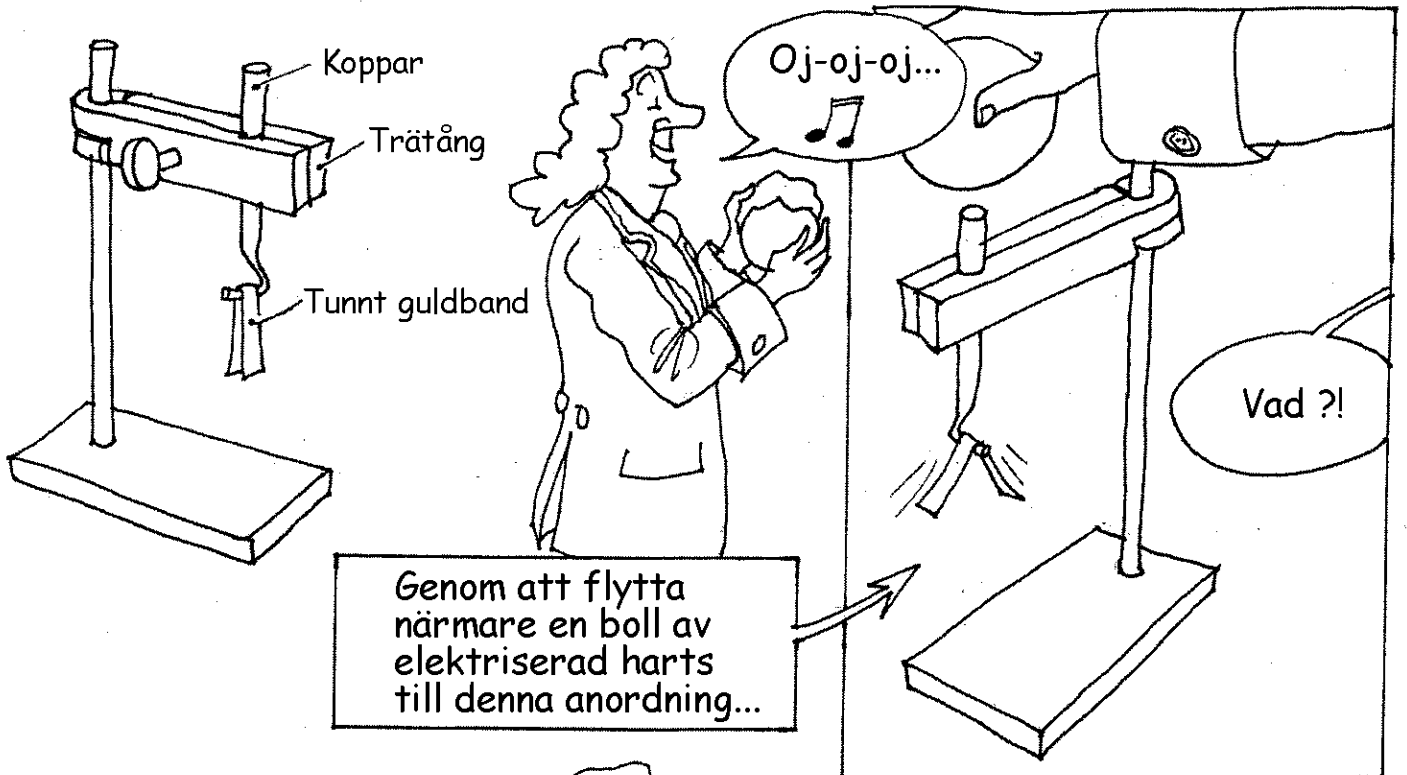
Det skulle vara en ganska oekonomisk belysning för rummet.



Endast vissa material kan elektriseras genom friktion. Man ansträngde sig för att gnida alla möjliga **METALLER** utan att nå det minsta resultat.

INDUKTIONSELEKTRISERING

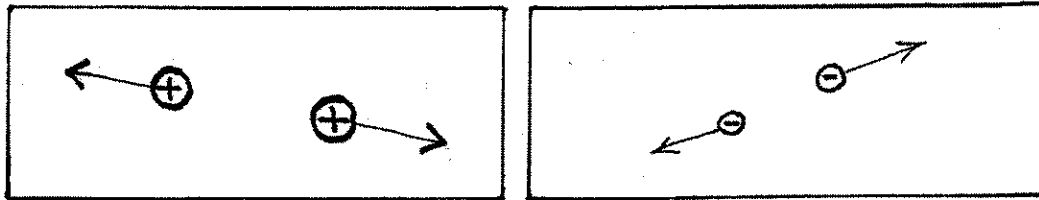
Men man upptäckte att de inte förblev utan någon effekt när man flyttade närmare det ett elektriskt laddat objekt gjort av kåda eller av glas.



Vid denna punkt är det omöjligt att fortsätta elektrisitetpresentationen utan att nämna upptäckterna som skulle göra två och en half sekel senare.

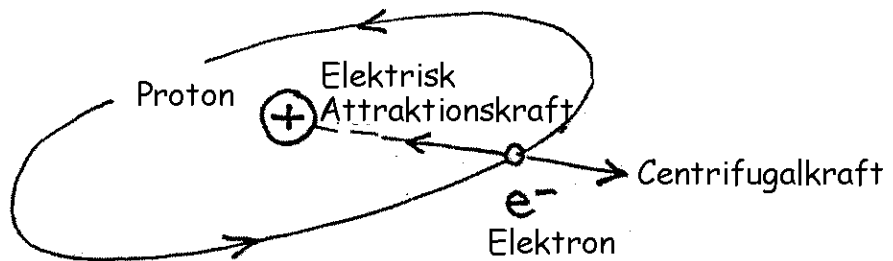
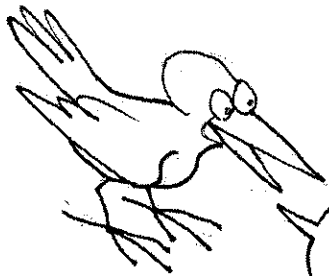
Det var inte förrän 1905 att den nya-zelandaren Ernest Rutherford visade att materia bestod av atomer. Sedan beskrev dansken Nils Bohr dem som bestående av en positivt laddad **KÄRNA**, omkring vilken kretsade en eller flera **ELEKTRONER**, bärare av en negativ elektrisk laddning.

Laddningar av samma tecken stöter bort från varandra.



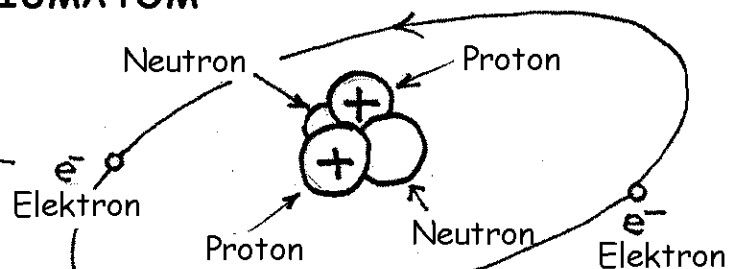
Laddningar av motsatta tecken dras till varandra vilket möjliggör att bygga en **VÄTEATOM**, där en electron kretsar omkring en kärna som består av en enda **PROTON**, den elektriska attraktionskraften (mellan laddningar av motsatta tecken) jämnar ut **CENTRIFUGALKRAFT**.

VÄTEATOM



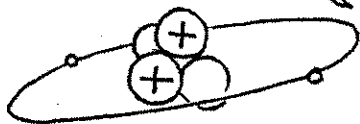
I de andras atomernas kärnor finns det flera protoner, och elektriskt neutrala partiklar, som heter **NEUTRONER**

HELIUMATOM



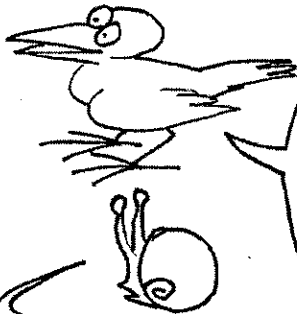
Jag förstår inte. Partiklarna med laddningar av samma tecken stöter bort varandra. Vad håller dem ihop, dessa två protoner, i denna heliumkärna?

Partiklarna som utgör atomernas **KÄRNOR** heter **NUKLEONER**.
 Deras cohesion säkerställs genom tilldragande **KÄRNKRAFT** som på ett kort avstånd blir större än kraften skapad av elektriska laddningar.



Heliumkärna

2 protoner
 2 neutroner



I en atomkärna finns det alltid, i stort sett, lika många protoner, positivt laddade, som neutroner som inte har elektrisk laddning.

Men det finns **ALLTID** lika många **+** laddade protoner, som **-** laddade elektroner, - vilket gör de alla atomerna **ELEKTRISKT NEUTRALA**.

I gaser och vätskor samlas atomerna ihop för att forma **MOLEKYLER** som består åtminstone av två atomer.

Exempel, syremolekyl :



2 syreatomer

eller koldioxidatomer:



Syre

Kol

Syre

eller vatten :



Väte

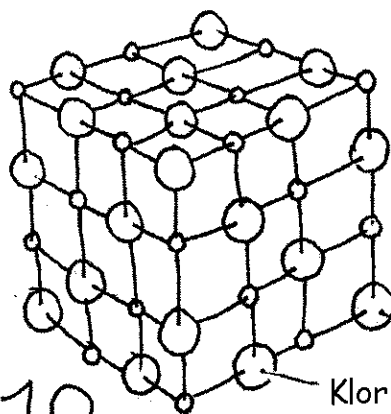
Syre

Väte

I **VÄTSKOR** eller i **GASER** rör sig molekylerna fritt och förblir elektriskt **NEUTRALA**.

I **FAST FORM** är kärnorna fixerade i förhållande till varandra.

I **METALL** några av elektronerna rör sig fritt mellan fixerade kärnorna.



Bordsalt:
 Natriumklorid där kärnorna ordnar sig efter ett kubiskt rutsystem

Natrium

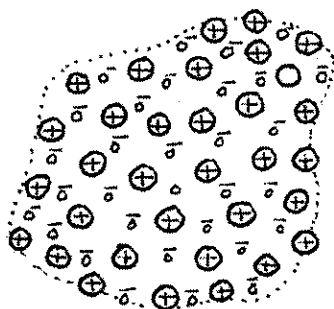
Klor

10



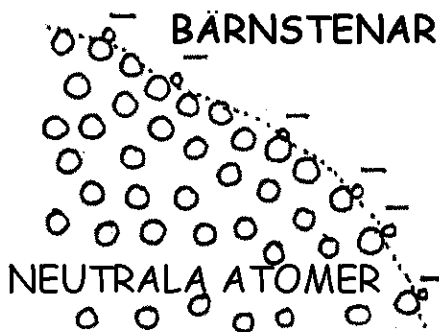
I en **METALL** (i fast form) är atomer fasta till varandra.
 Några av elektronerna rör sig fritt, på samma sätt som bin rör sig i bikupan.
 När en metallbit förblir för sig själv, densiteterna i positiva laddningar som finns i kärnorna, och densiteterna i elektronerna i negativa laddningar är lika.
 Miljön är elektriskt neutral.

METALLSTYCKE



⊕ Kärna
 ⋅ Elektron

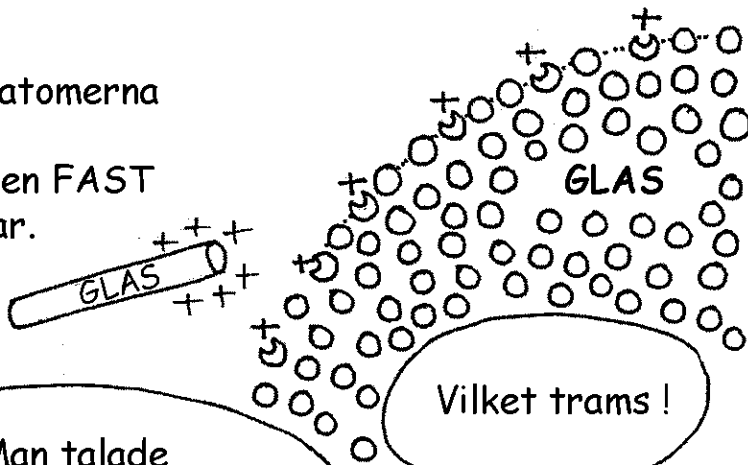
När man gnuggar bärsten eller harts, täcker sig ytan med extra elektroner, som fäster sig vid atomerna och utgör en **FAST** utdelning av negativa laddningar.



Fram till upptäckten av **ELEKTRISKA LADDNINGAR** talade man om hartselektricitet.



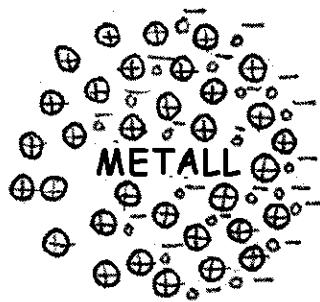
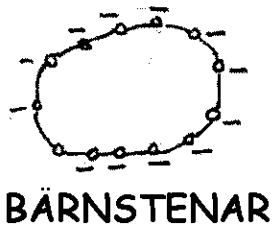
När man gnuggar en glasbit, tar man bort elektronerna av atomerna som befinner sig på ytan.
 Dessa **LUCKOR** motsvarar då en **FAST** utdelning av positiva laddningar.



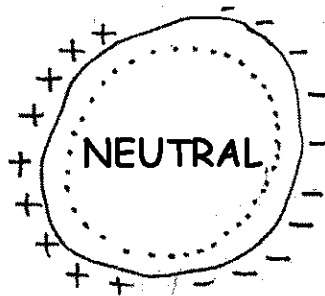
Vilket trams!



Man talade då om glasartad elektricitet.



Om man för ett negativt laddat hartsstycke nära ett metallstycke, stöts metallelektronerna bort.

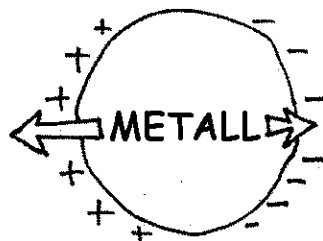


Företeelserna av inducerad elektrisering fokuseras på ytan, metalkroppen förblir neutral. Under inverkan av negativa laddningar som ett hartsstycke bär, sker allting som

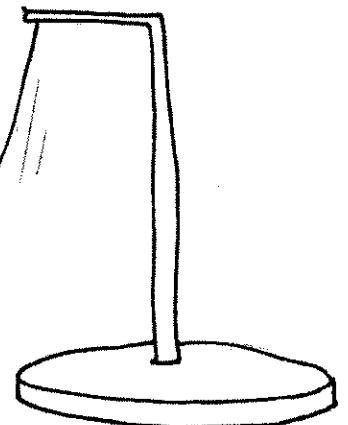
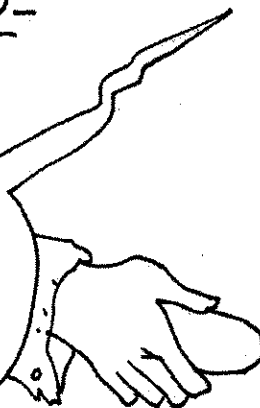
om den motsatta sidan, av metallblocken är täckt av positiva laddningar; den motsatta sidan är täckt av negativa laddningar.



- 1 - De motsatta laddningarna dras till varandra, laddningarna av samma tecken stöts ifrån varandra;
- 2 - Dessa krafter är proportionella inversen av kvadraten på avståndet som skiljer dem åt;



De +laddningarna är närmare till hartsen än de -laddningarna, de kommer att lättare dra metallblocken.





Vad skulle hända om istället för att föra ett negativt elektriserat hartsstycke till metallen, hade man fört ett positivt elektriserat glasstycke?

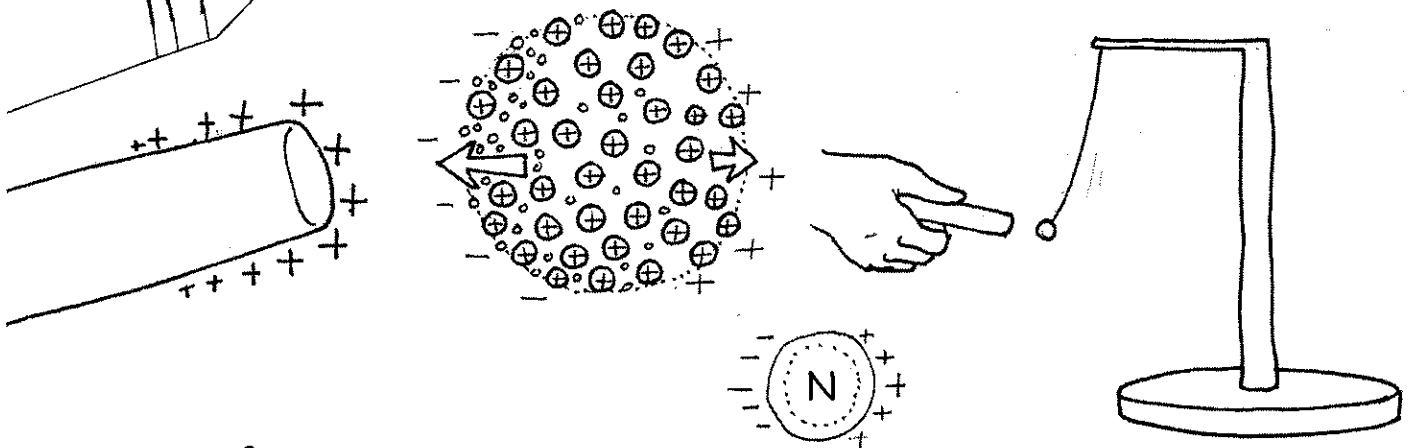
Tänk efter, Sophie. Du skulle få ett inducerat elektriseringsfenomen, men det motsatta.



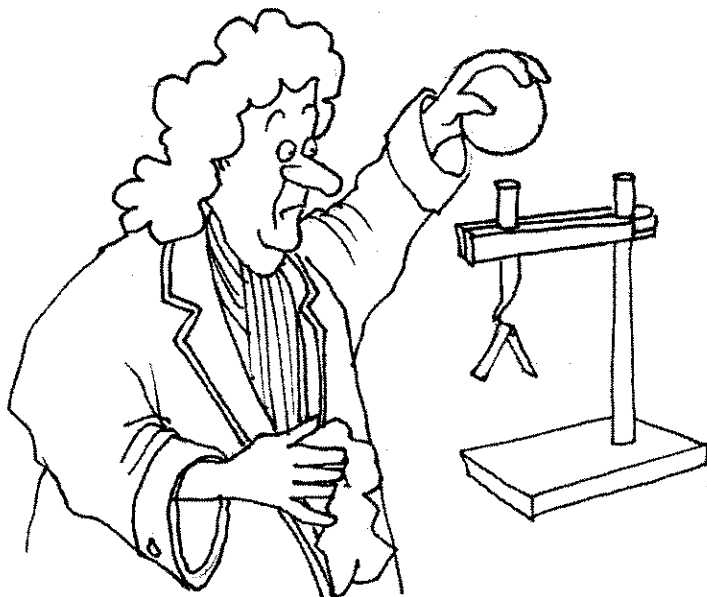
Betyder det att metallstycket stöttas bort?



Miss!

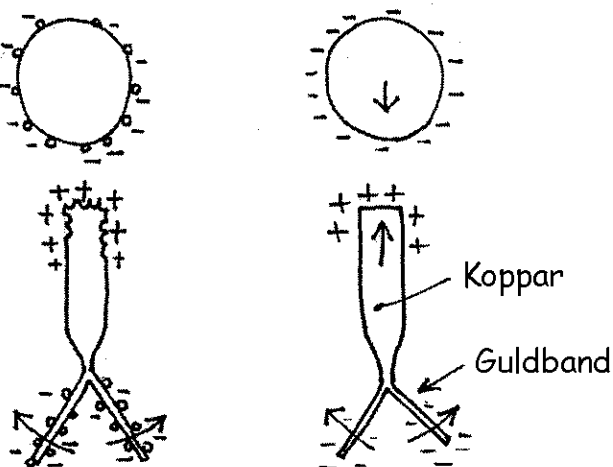


Denna gång glasblocket kommer att dra metallektronerna som kommer att samlas ihop på sidan mittemot och lämna den motsatta sidan. Resultatet blir alltid en (lätt) attraktion.



Jag förstår varför de två guldsnivorna dras ifrån varandra när du för närmare din massa av elektriserad hartsen.

Genom effekten av den inducerade elektriseringen stötar laddningarna som finns på ytan metallelektronerna mot guldsnivorna. Och eftersom laddningarna av samma tecken stöts ifrån varandra, avlägsnas de bort från varandra.

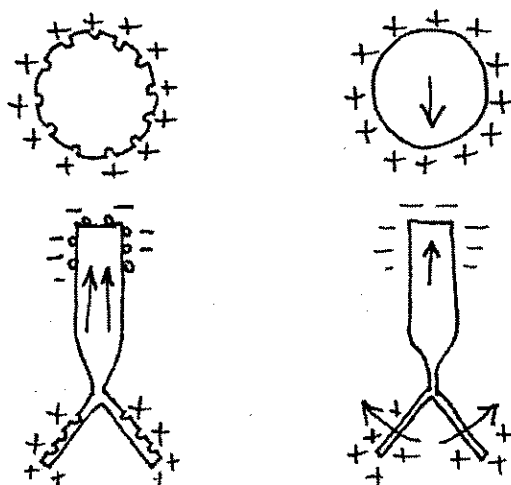


De två objekten dras lätt till varandra. Guldsnivorna flyttas upp därför att deras vikt är obetydlig.

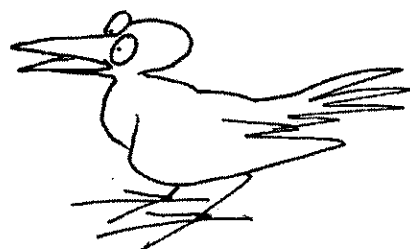


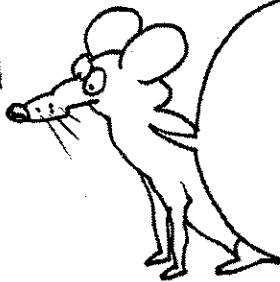
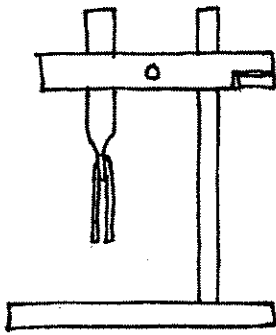
Det händer praktiskt taget samma sak när ni för nära en massa av elektriskt laddat glas (från vars yta elektronernas har rivits).

Elektronerna rivs bort från guldsnivorna och samlas ihop i övre delen av skaftet.



De positivt laddade guldsnivorna stöts från varandra.



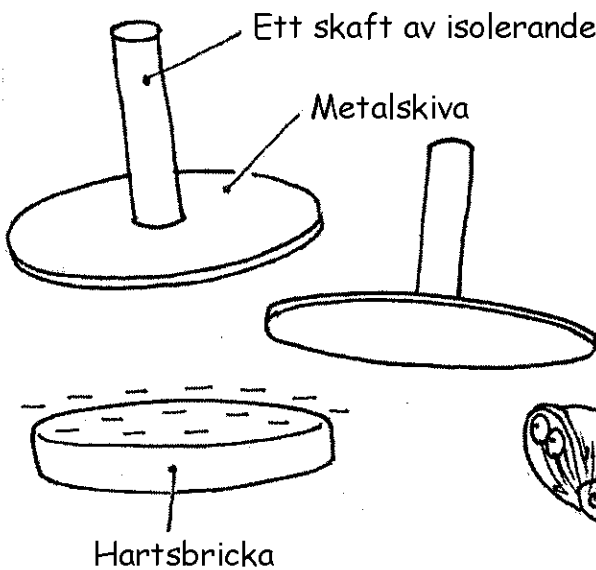


När man tar bort de elektriserade blocken, återgår elektronerna till sina platser, fenomenet försvinner och metallstycket åter blir **ELEKTRISKT NEUTRAL**.

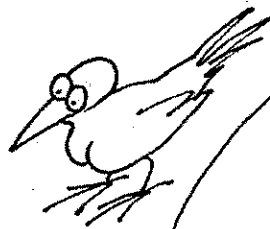
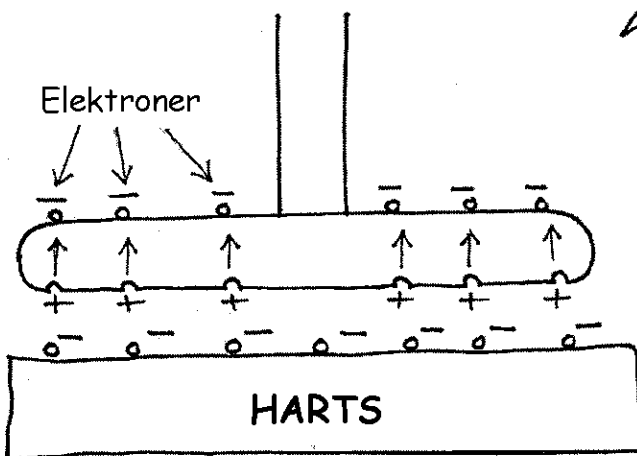


Hur **LADDAR** man ett metallstycke?

ELEKTROFOR



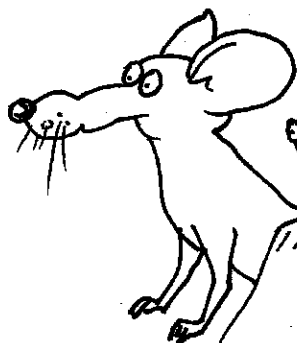
Detta mycket enkla objekt har uppfunnits i 1800 av italienaren Volta. Genom att föra metallskivan nära en skiva av elektrifierad harts skapar man effekt av inducerad elektrisering.



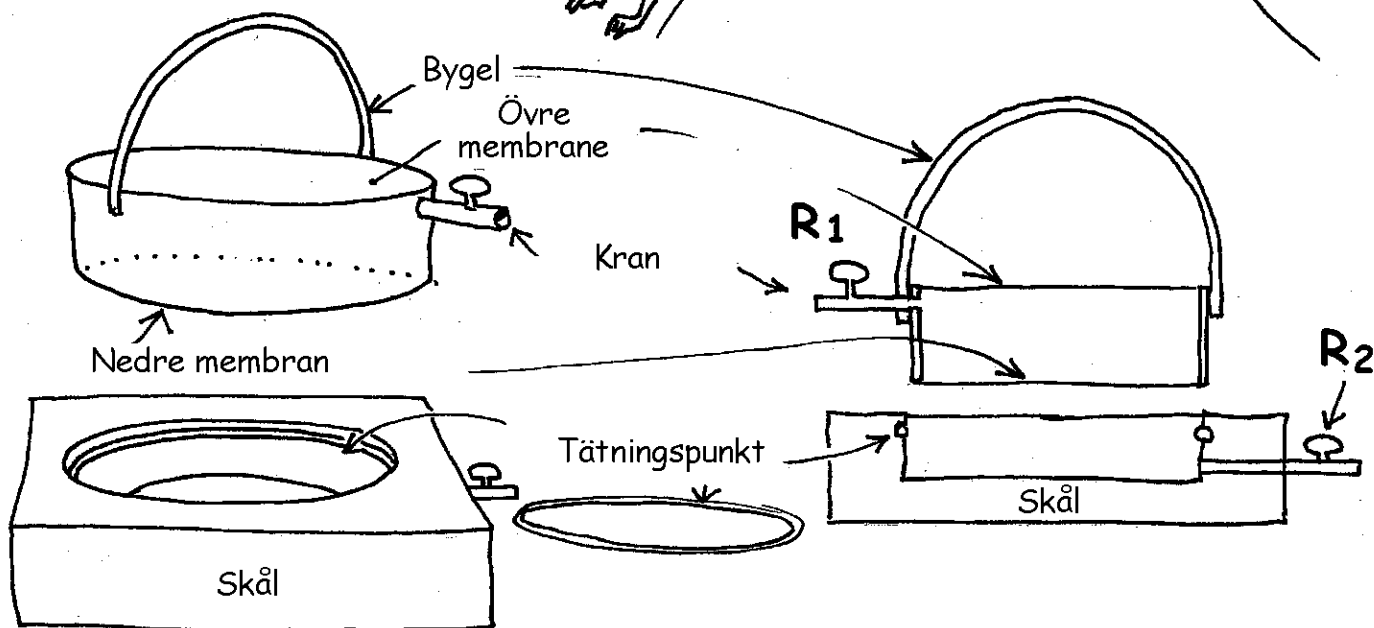
Bortstötta av elektronerna som finns på hartsskivans yta, lämnar metallektronerna den nedre delen av skivan för att röra sig mot den övre delen.



Phore kommer från det gregiska ordet som betyder "föra".
En elektrofor är alltså ett instrument som möjliggör att
transportera elektriska laddningar. För att bättre
förstå hur detta fungerar, använder vi oss av

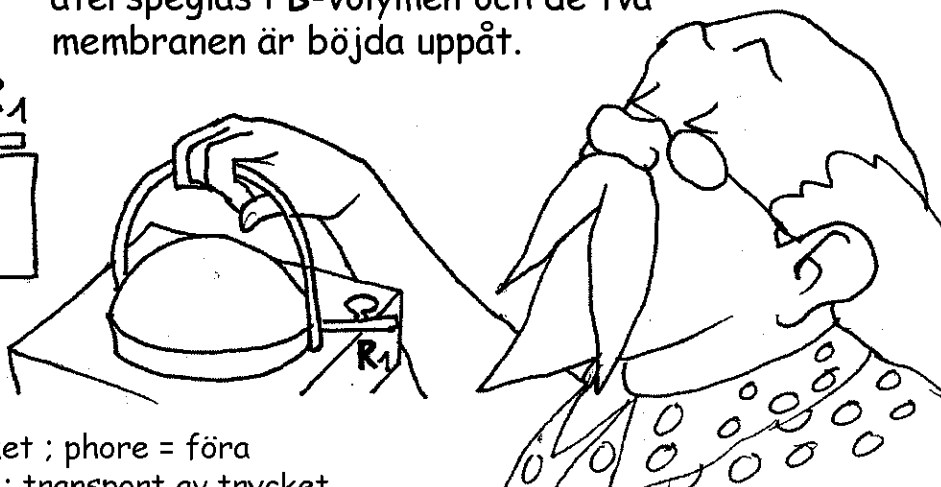
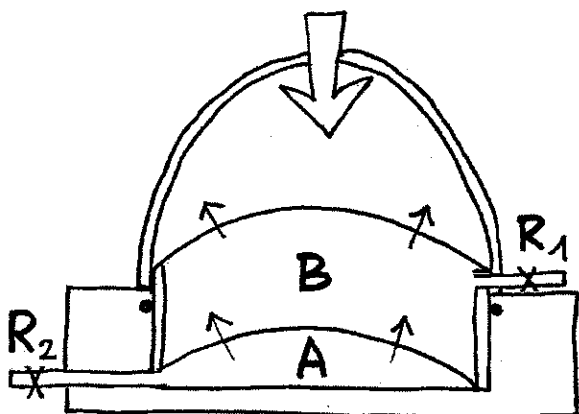


Vad är det för röran?

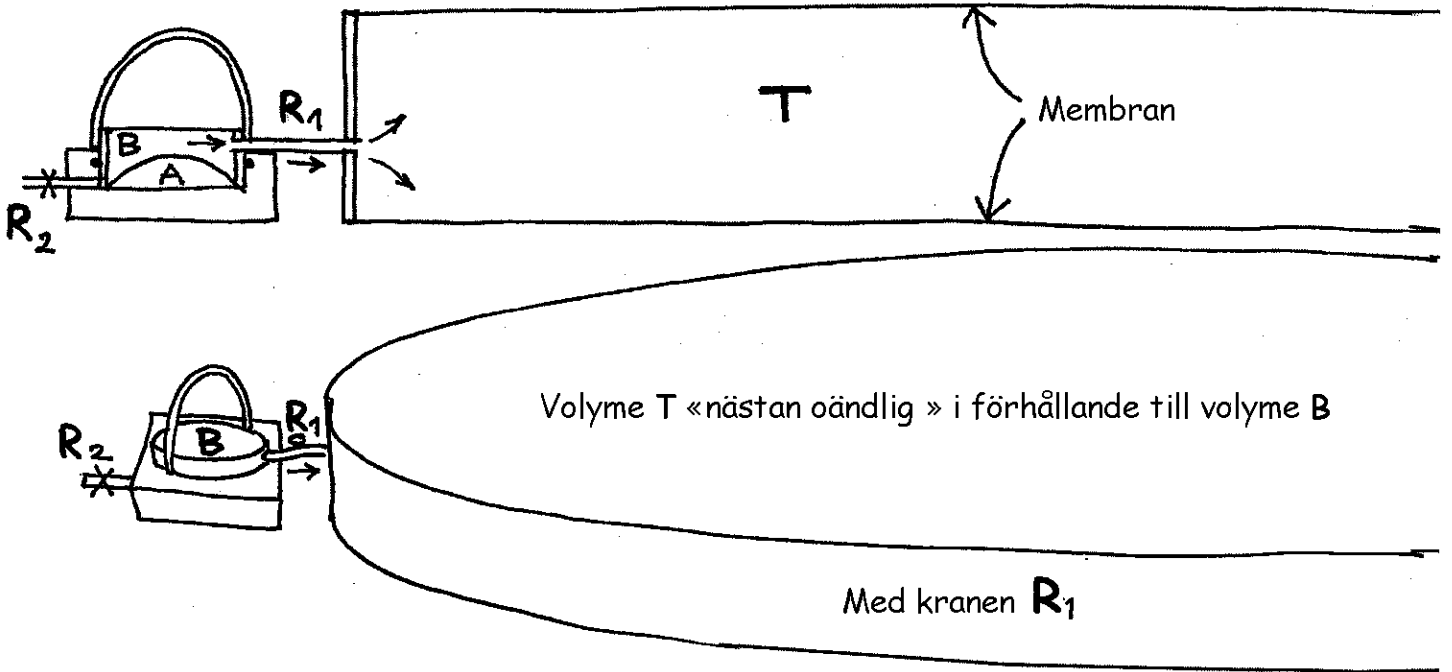


BAROFOR (*)

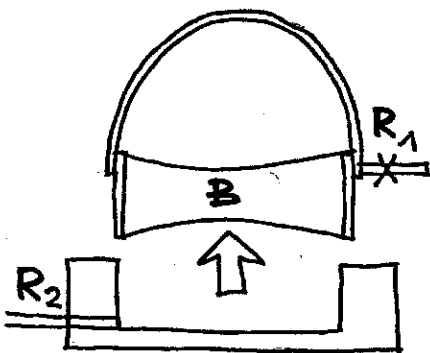
När man trycker baroforet in i dess hölje,
är luften instängd i utrymmet A. Detta övertryck
återspeglas i B-volymen och de två
membranen är böjda uppåt.



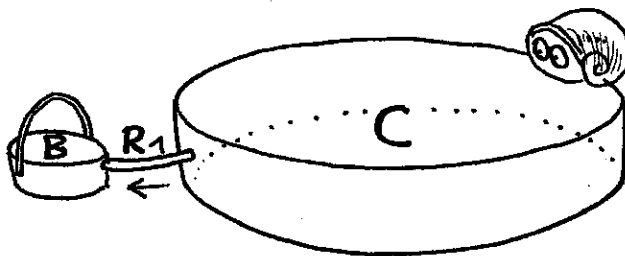
(*) Baros = trycket ; phore = föra
Etymologiskt : transport av trycket.



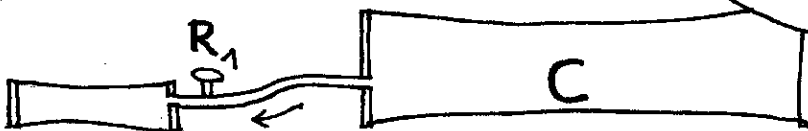
Sedan anslutar man volyme B, begränsad av de två membrane med en "jätte" behållare T, lika begränsade med två stora membrane. Volymen är ursprungligen på atmosfärtryck. Trycken på B och T kommer att jämnas ut, praktiskt taget på atmosfärtrycket. Även baroforens membran blir praktiskt taget platt. Man stänger då kranen R_1 och tar ut baroforet ur dess hölje. Så får man följande:



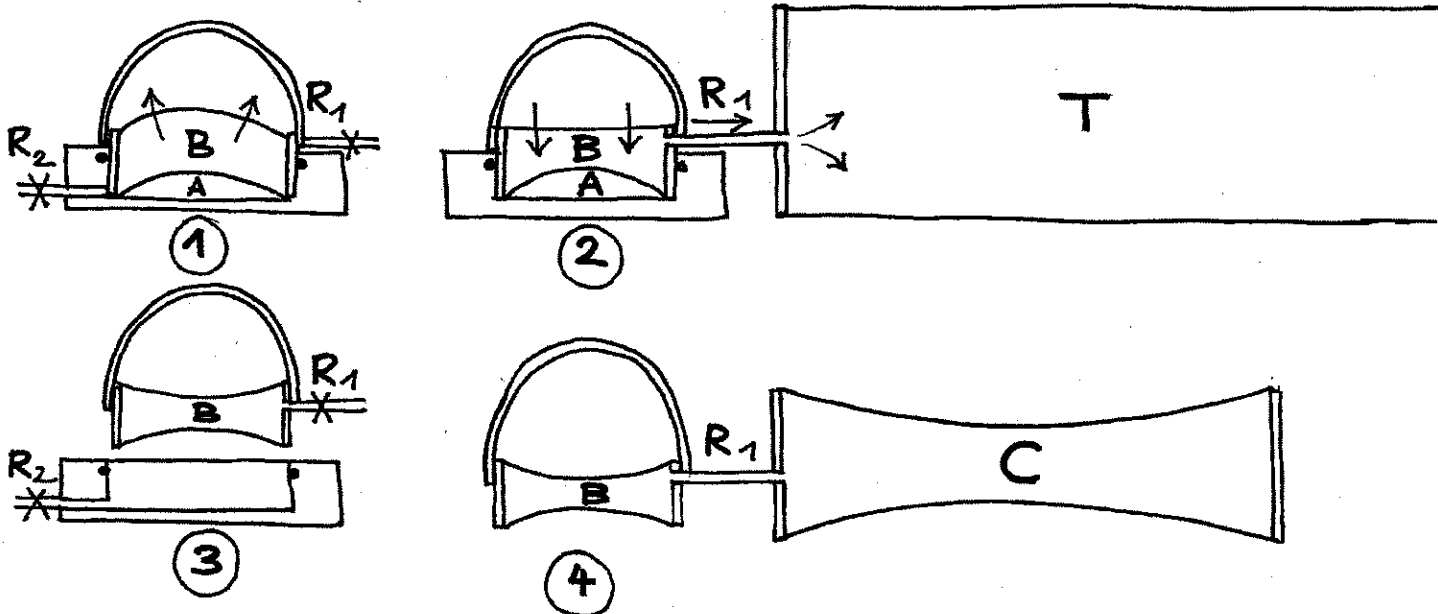
Volymen B är alltså i **LÅGTRYCK** i förhållande till det rådande atmosfärtrycket. Man kunde transportera denna nertryckta luft vart man vill och använda sig av den för lätt sänka trycket inne i **KONDENSATOR**, av volymen begränsad denna gång C.



De två trycken jämnas ut, baroforen B möjliggör alltså att skapa ett lätt tryck i denna **KONDENSATOR C** fylld med luft, vars membran urgröpas något.



Man kan upprepa operationen och varje gång kan man dra ut lite luft ur **KONDENSATORN C**, men mindre och mindre. Men efter ett antal operationer kommer detta att visa sig verkningslöst, därför att trycken (lågtrycken, alltså) blir likställda.

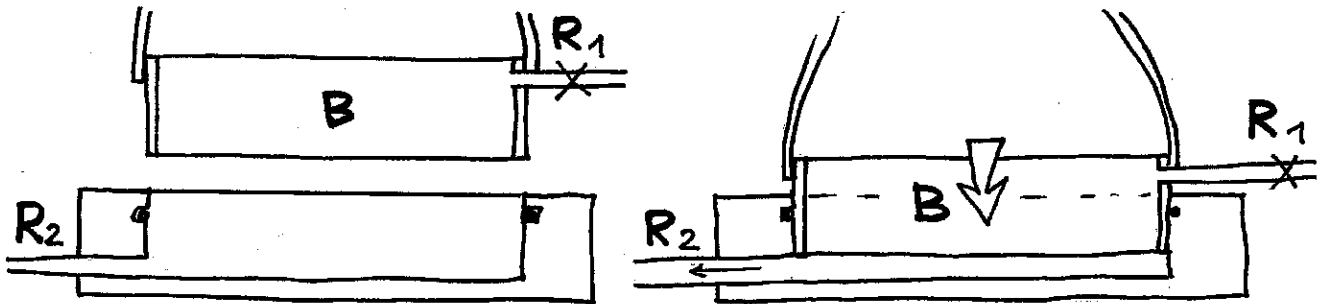


Man får således en märklig vakuumpump dit man **TRANSPORTERAR LÅGTRYCK** med hjälp av barofor.

Kunde man använda sig av den för att transportera ... övertrycket?

Den är väldigt rolig, den här grejen!

När baroforen ligger på atmosfärstryck, finns inget tryck på membranen. Efter olika manövrar skapade man **LÅGTRYCKET** i behållaren B. Det finns fortfarande **SPÄNNINGAR** i membranen. Vi ska kalla denna **SPÄNNING NEGATIV**. Med baroforen ska vi sätta behållaren B innesluten mellan två membranerna i **ÖVERTRYCKET** och vi säger de är i en **POSITIV SPÄNNING**.

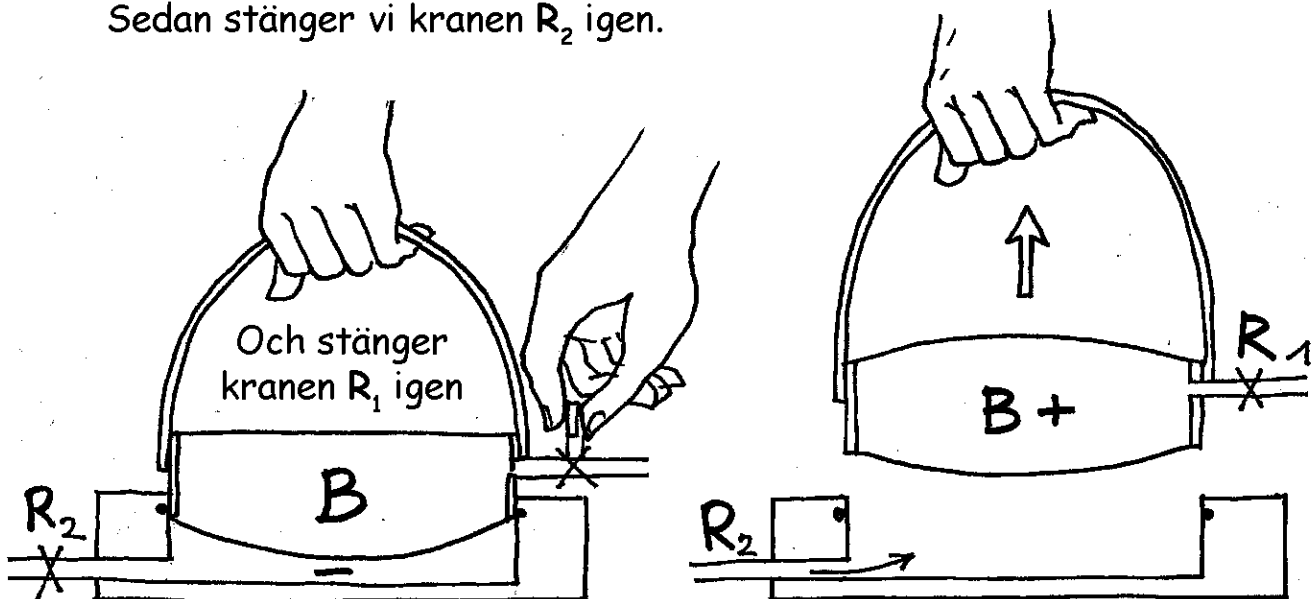


Vi öppnar kranen R_2 och sätter baroforen in i facket.

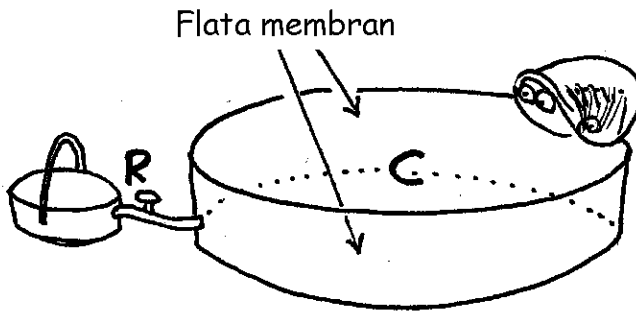


Sedan öppnar vi R_1 sätter behållaren B i förbindelsen med den stora kameran.

Sedan stänger vi kranen R_2 igen.



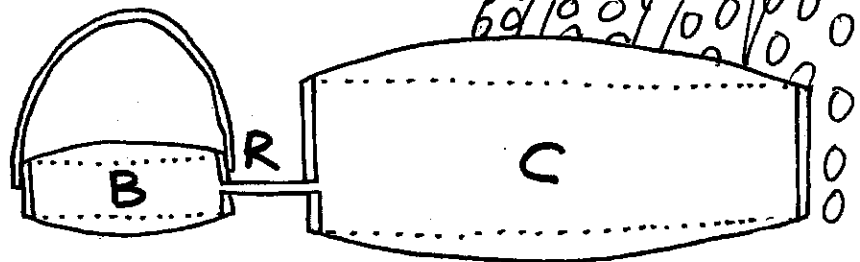
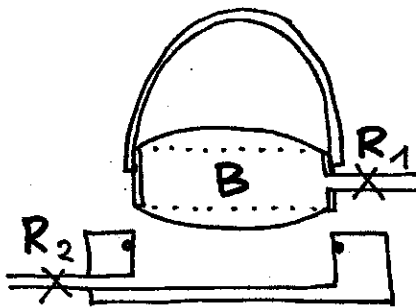
Vi öppnar kranen R_2 och tar ut baroforen.



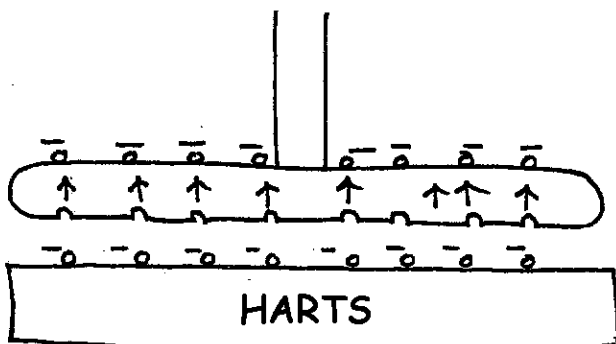
De två trycken jämnas ut, baroforen B möjliggör således att skapa ett lätt övertryck i **KONDENSATORN C**, fylld med luft, så buktar sig membran något.



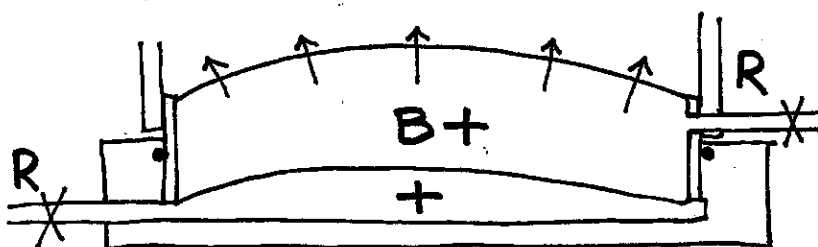
Man kan upprepa denna operation med en "handkondensator" tills trycket i B och C jämnas ut. Så blir trycket skapat i C maximalt. Vi säger att **KONDENSATOR C** fört upp till maximalt **POSITIV SPÄNNING**.

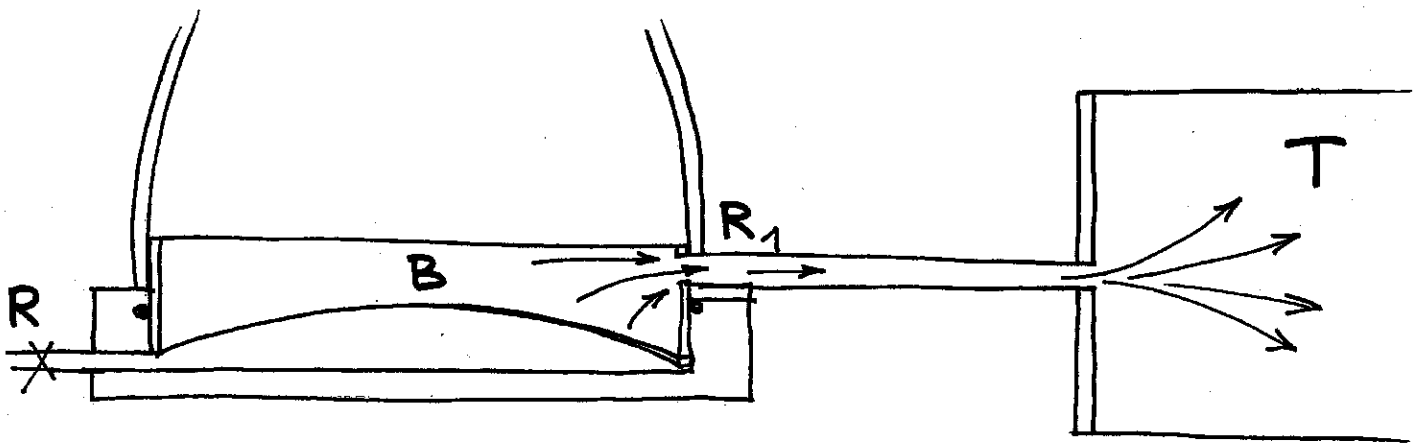


Pumpem blir effektiv när trycket i B och C blir lika, eftersom **SPÄNNINGARNA** i membran är lika.

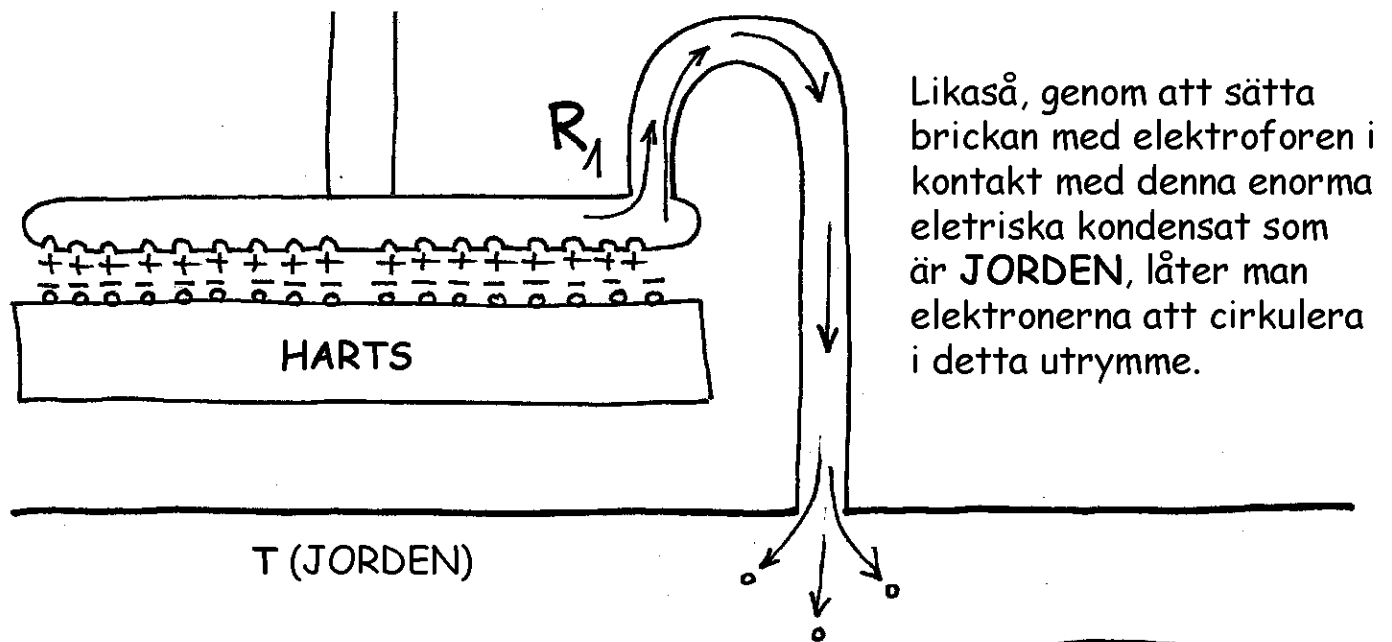


Nu ska vi åter till vår elektrofor. Elektronerna som finns på hartsets yta stöttar bort metallelektronerna mot den övre delen av skivan.

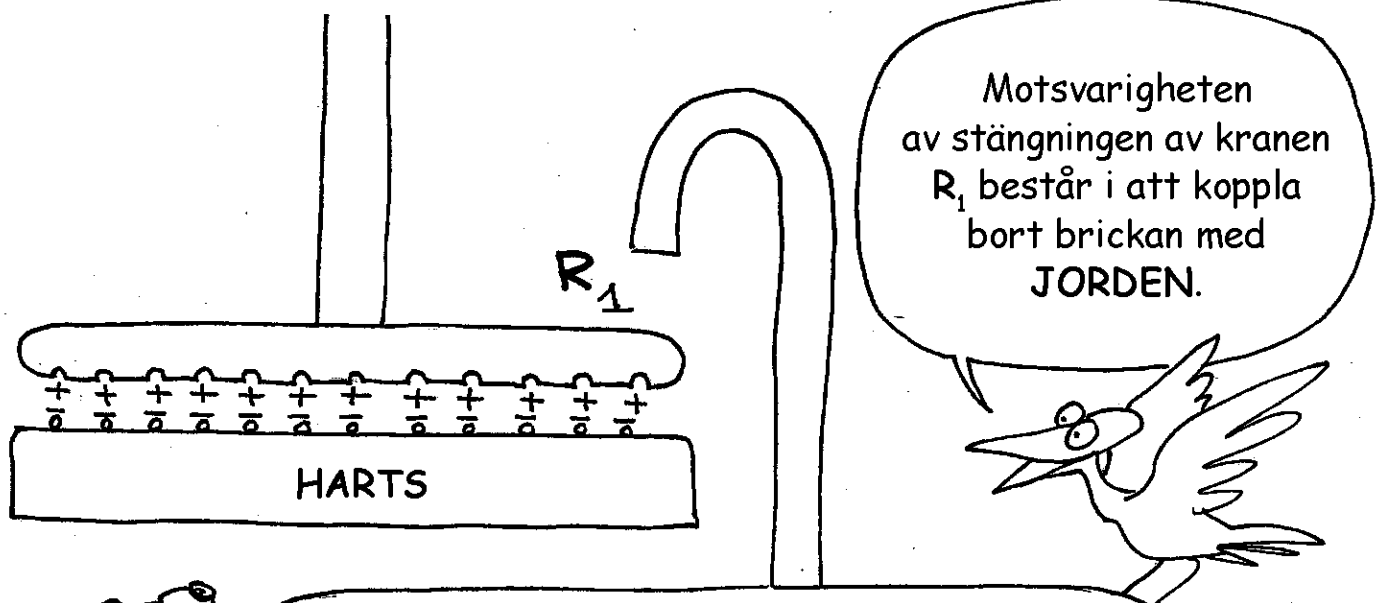




Genom att öppna kranen R_1 låter man övertrycket i B att gå ut till den stora kondensatorn T , med en volym som betraktas som oändlig.



Likaså, genom att sätta brickan med elektroforen i kontakt med denna enorma elektriska kondensat som är **JORDEN**, låter man elektronerna att cirkulera i detta utrymme.

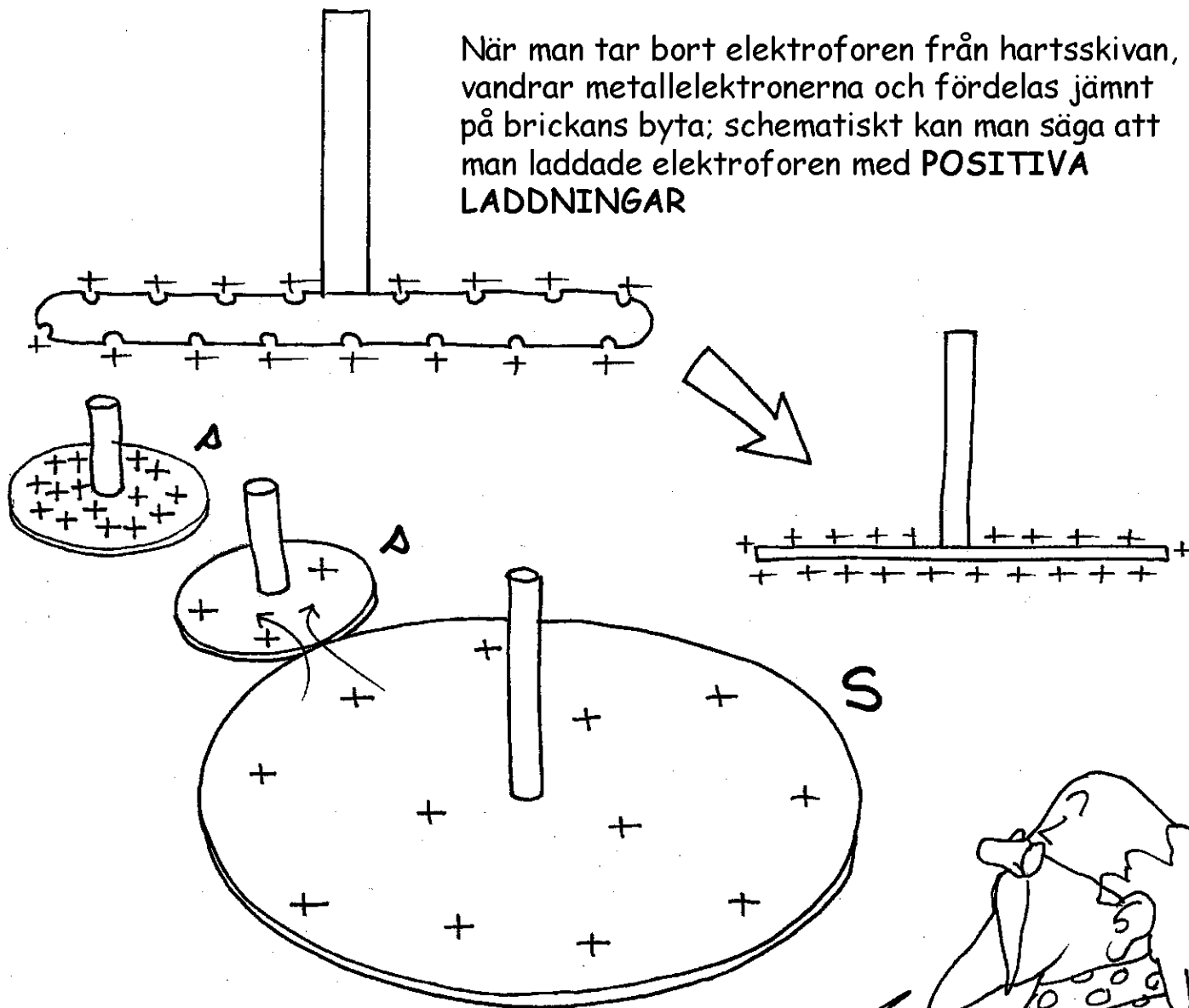


Motsvarigheten av stängningen av kranen R_1 består i att koppla bort brickan med **JORDEN**.



"De positiva laddningarna" som bärs av brickan är faktiskt luckor som finns i förhållande till de negativa laddningarna som förs av hartset.

När man tar bort elektroforen från hartsskivan, vandrar metallelektronerna och fördelas jämnt på brickans byta; schematiskt kan man säga att man laddade elektroforen med **POSITIVA LADDNINGAR**



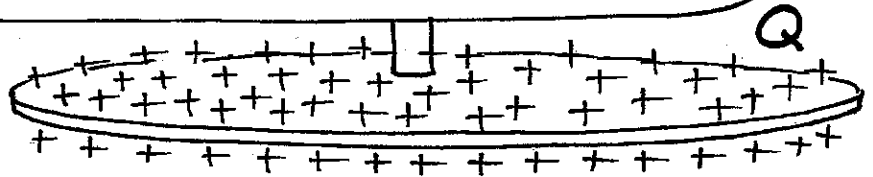
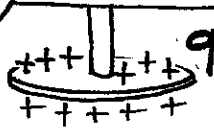
Om vi sätter vår elektrofor av ytan **C** med en kondensator av ytan **S**, delas de två enheterna i "de positiva laddningarna" så att laddningsdensiteten per ytans enhet är lika. Det är faktiskt elektronerna av den stora skivan som vandrar mot den lilla. När man gör om operationen kan man således göra en tillsats av laddningar som upphör när laddningarnas densitet på elektroforens yta blir lika med **KONDENSATORN** som den laddade.





Jag börjar fatta analogin med baroforen.
Med den, under förutsättning att det finns ett
tillräckligt antal gastransporter att handla med,
kunde man föra en kammare med en volym till
samma tryck som är i kammaren B,
när tar ut den ur fackskålet.

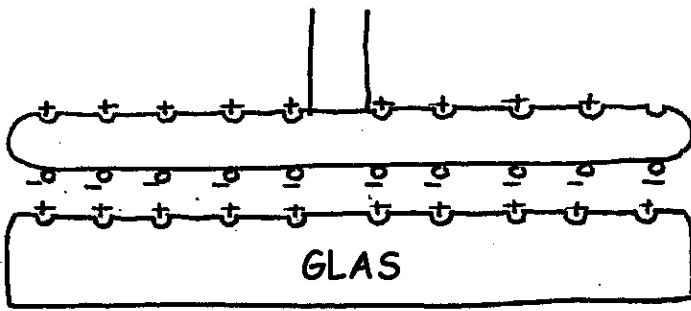
Men vad är motsvarigheten av **STATISK ELEKTRICITET**?



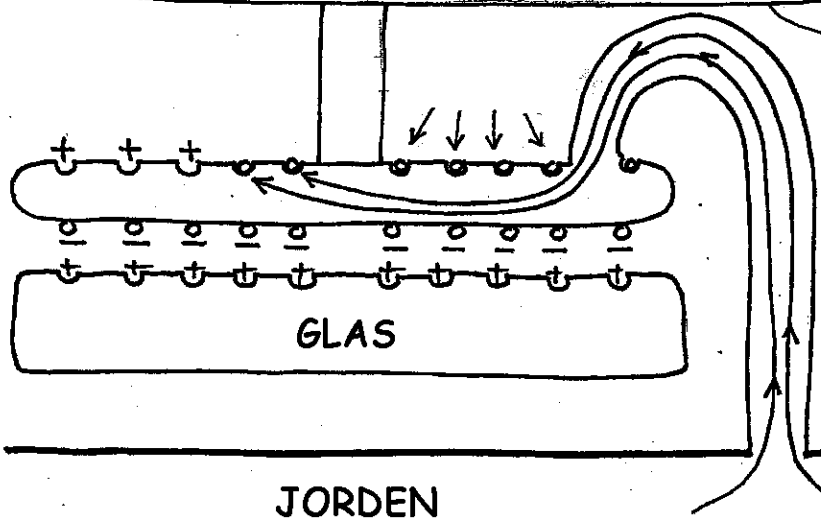
På ytan S kan man skapa en kondensator av elektriska
laddningar med samma densitet som är på ytan av min elektrofor,
som beror på hartsblockets elektrisering.

Men var kommer de ifrån, dessa elektriska laddningar?
Det är ett riktigt trollslag, den här grejen.

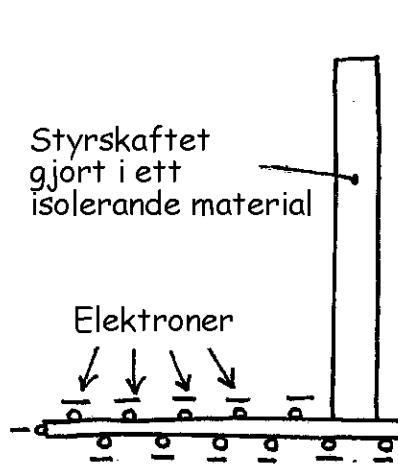
Det här trollerislaget,
som du säger, gör det möjligt
för människorna att gå från små
experiment för att roa barn till
andra mer allvarliga saker.



Och vad händer när elektroforen fungerar med en **GLAS**skiva vars yta har **LUCKOR** och som **POSITIVT LADDADE** alltså?



Den här gången när man kopplar skivan till **JORDEN** är det elektronerna som dras med de positiva luckorna, stiger för att överhopa och neutralisera dem.



Sedan om man avlägsnar elektroforen vandrar elektronerna över hela ytan. Den är **NEGATIVT LADDADE**, med en **NEGATIV SPÄNNING**.



Vänta, jag förstår inget alls!
Analogin med **BAROFOREN** passar inte längre. Den **ELEKTRISKA VÄTSKAN**, det är denna sort av **ELEKTRONGAS** (*). Det finns mer här, plattan borde vara i övertryck, med en positiv spänning, är det så?



Det är en klok kommentar, min käre Anselme.
När människorna började leka med elektrisiteten,
kom de genast på att det handlade om en **ELEKTRISK
VÄTSKA**. Men ingen visste i vilken riktning den rann.
Vi valde en godtycklig riktning och vi hade
en chans på två att ha fel

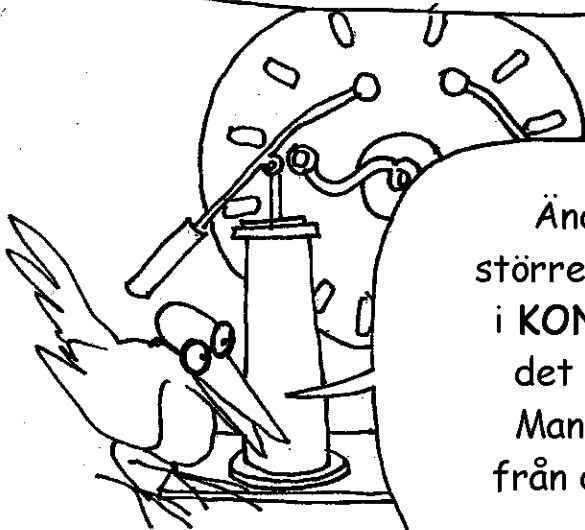
Och olyckligtvis,
fick de på truten.



Och sedan är det omöjligt att rätta
till det, vilket betyder, som vi får se senare,
att vi befinner oss i elektrisk ström i medurs
riktning som helt enkelt är **MOTSATT** till
riktningen av elektronernas omlopp!



På den tiden visste man inte att
strömmen berodde på ett flöde av elektroner.
Annars skulle man ge det en positiv laddning.
Men eftersom man gjorde fel en gång,
så blev det för sent.

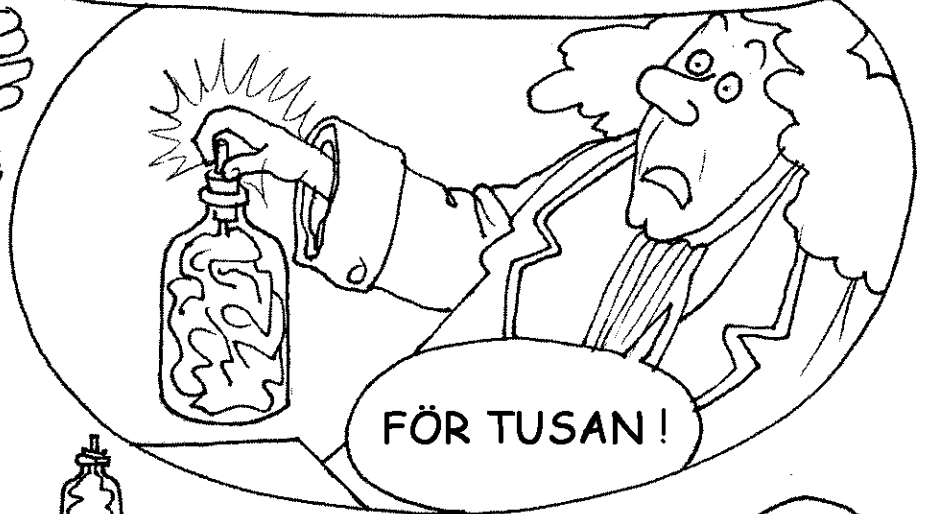


Ändå är **ELEKTROFOREN** låter koncentrera
större och större mängder av elektriska laddningar
i **KONDENSATORERNA** med en växande yta (*),
det är som att fylla ett badkar med en tesked.
Man hittade på massor av maskiner som härrör
från denna princip, som gjorde detta automatiskt
(och som vi inte ska beskriva här).

(*) Kapaciteten att ladda sig är proportionell mot ytan.



Den elektriska laddningen ökar med ytan.
Men jag är inte tvungen att arbeta med
dessna släta ytor. Här lade jag in ett stort
skrynkligt guldblåd i en isolerad behållare
och laddade denna anordning till maximum.



FÖR TUSAN!



Först kittlade det lite.
Men nu är det något annat!



Jadå, således gick
man från experimenterna
över till stöttar som kunde
slänga en människa ner
på marken, även ...
döda honom (*).



Människokroppen för uppenbarligen
elektricitet och när jag rör vid röret, sätter
jag systemet i kontakt med **JORDEN** (*)



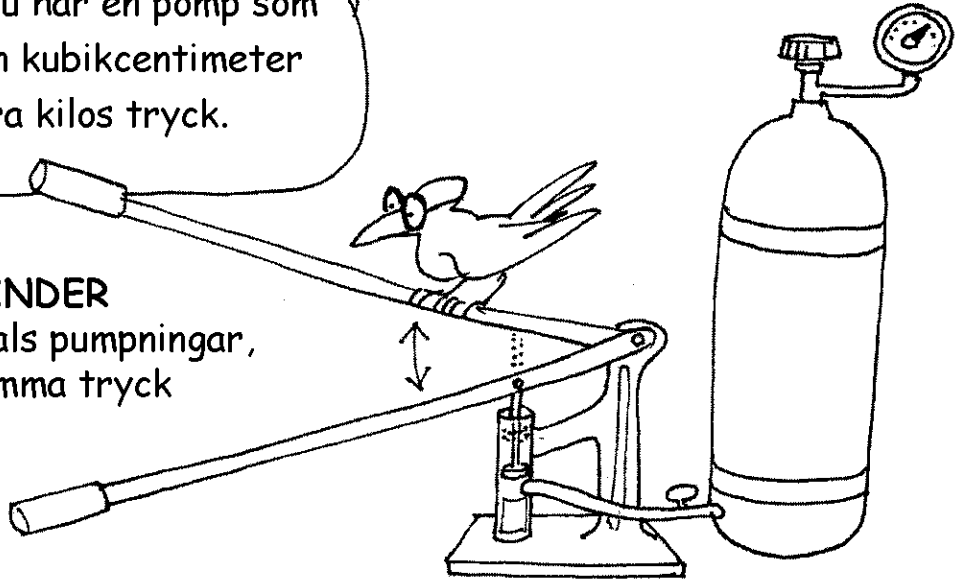
26 (*) Om du hittar planerna på INTERNET av en **ELEKTROSTATISKA MASKIN** och om du använder den för att ladda stora kondensatorer, kan du skicka dig själv in i döden.

Varför är det så att med ett hartsblock eller med en glassinter kan vi gå från en enkel leksak till ett system som kan döda en häst?
Jag tillstår att jag inte riktigt förstår.

Nu ska vi tillbaka till **BAROFOREN**. Med den kunde du transportera en liten volym B under ett tryck P . Sedan, gradvis föra en volym C , som är mycket större, till detta samma tryck.

Tänk dig nu att du har en pomp som tillåter att få en kubikcentimeter under hundra kilos tryck.

Med den **LUFTCYLINDER** till priset av tusentals pumpningar, kunde man skapa samma tryck i denna stålflaska.



Så att ha tillräckligt med tiden, skulle jag alltså kunna skapa motsvarigheten till en bomb (vilket skulle vara fallet om stålflaskan gick sönder)

I elektriciteten är motsvarigheten till trycket **SPÄNNINGEN**, mätt i volt.

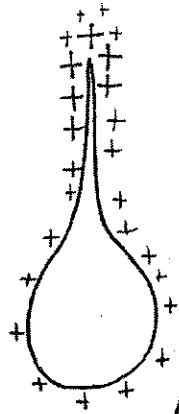
(*) **TRYCKET** är också en **ENERGIDENSITET PER VOLYMHET**





SPÄNNINGKONCENTRATION FAKTOR



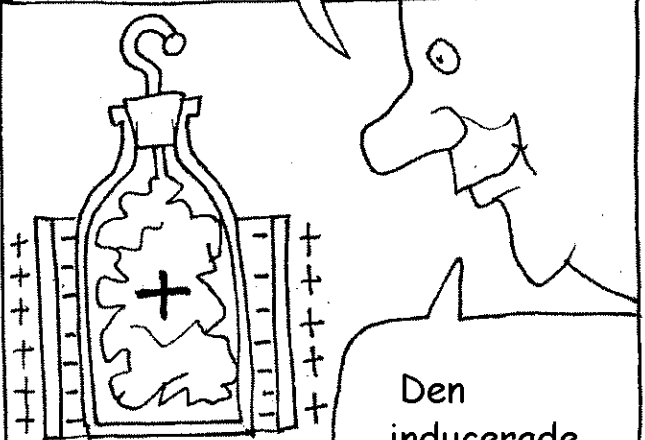


Under inverkan av det elektriska trycket tenderar laddningarna att koncentrera sig i punkterna.

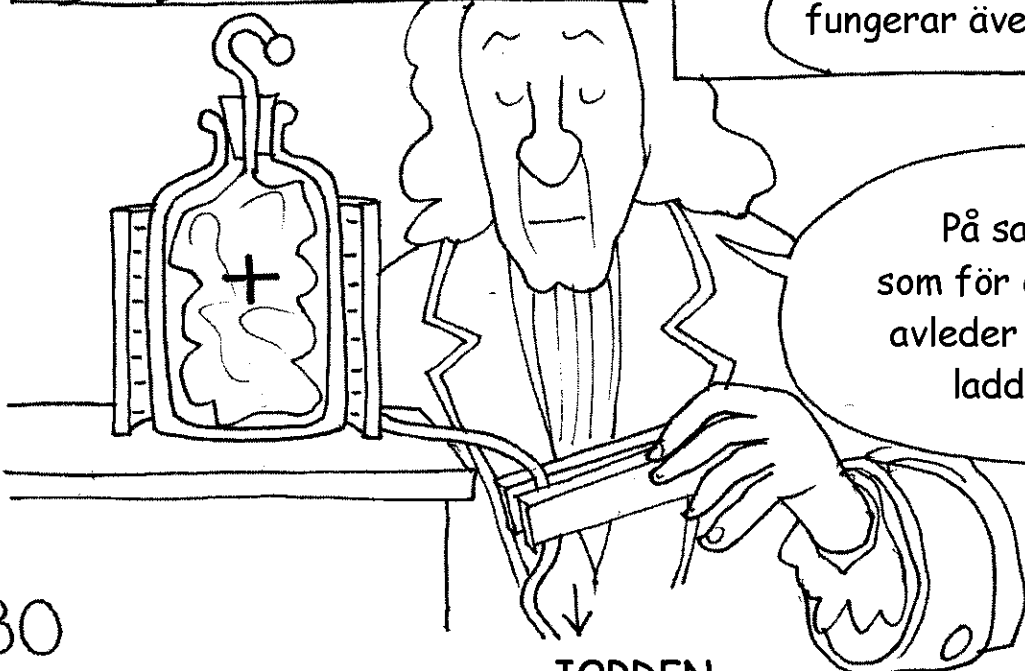
Om jag vill undvika detta elektriska läckage, ska jag modifiera min **ELEKTROD**



Och om jag omger min flaska med ett metalblad?

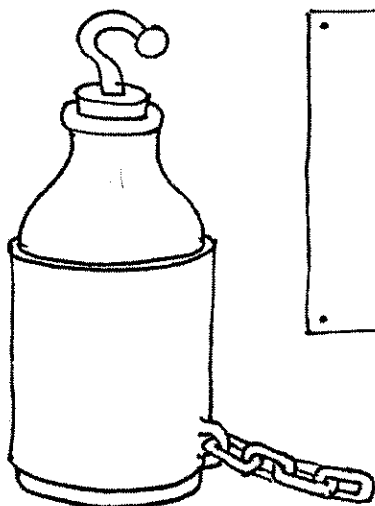


Den inducerade elektriseringseffekten fungerar även genom glaset.

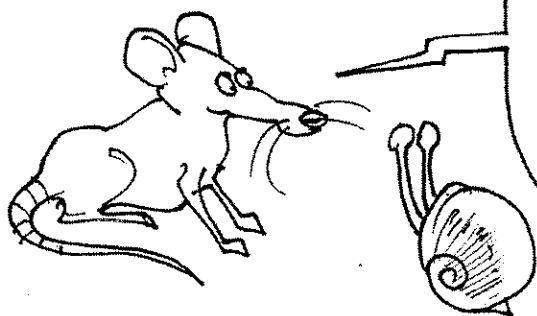


På samma sätt som för elektroforen, avleder jag de yttre laddningarna.

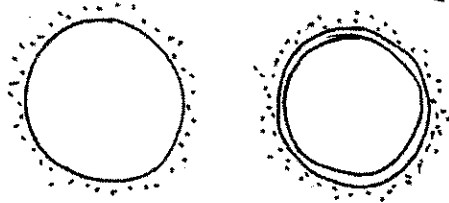
CONDENSATORN



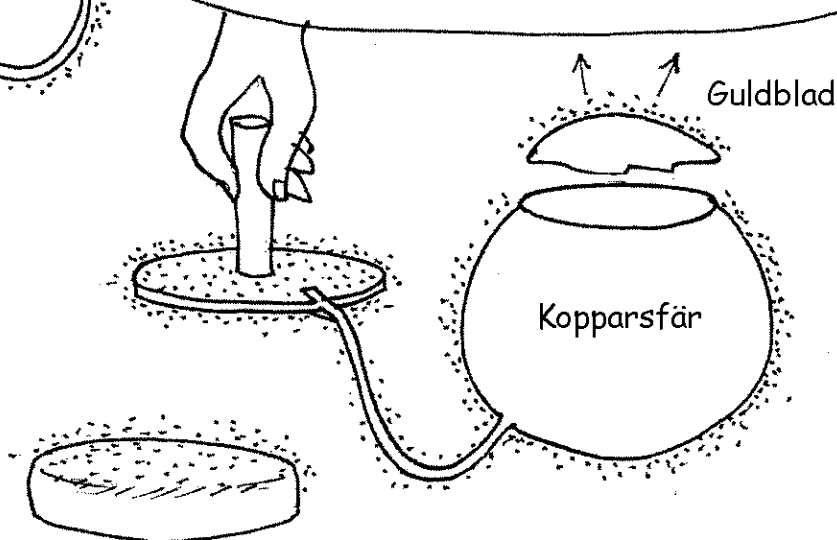
Med denna yttre skiva fördubblade man den elektriska laddningen. Således, i 1746, i den fina holländska staden Leyden, föddes **CONDENSATORN**.



Experimenterna fortsatte, de ena mer spännande än de andra. Man insåg snart att likadant laddade ("under samma spänning") en solid sfär och en ihålig sfär får samma mängd elektriska laddningar.

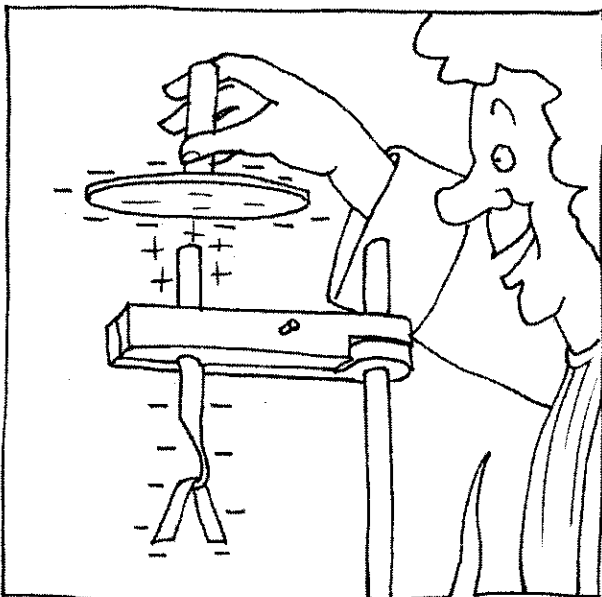


Det är normalt, eftersom de elektriska laddningarna är på ytan, därför att de stöttar bort varandra.

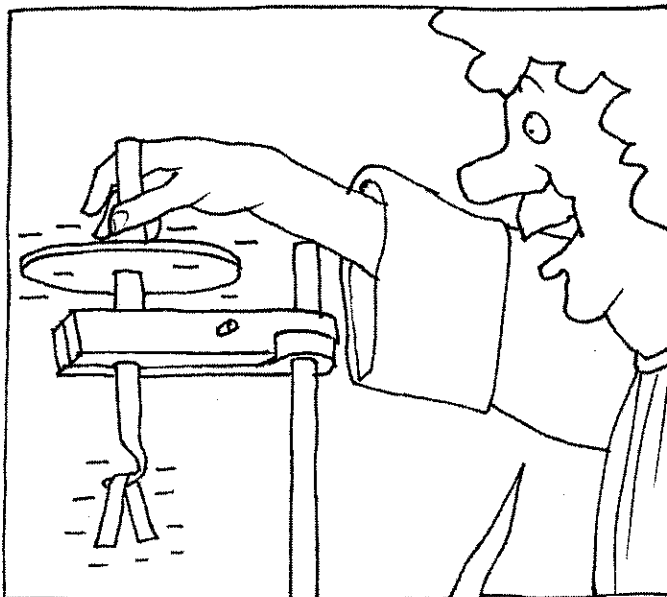


Härifrån kommer ett roligt experiment: när man laddade en sfär av hålig metall stängd med ett lätt lock av guldblåd, reste sig under inverkan av det **ELEKTRISKA TRYCKET**

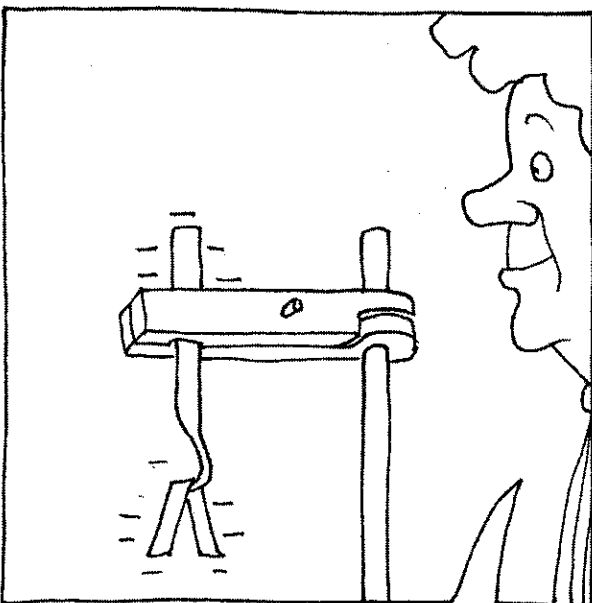
ELEKTROMETER



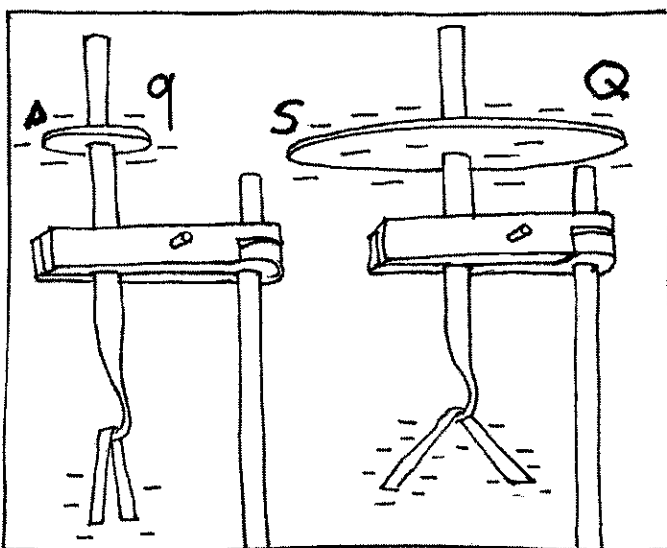
Tillbaka till vårt experiment sedan en stund. För det första: inducerad elektrifiering.



För det andra: neutralisering av de positiva laddningarna eller ... delning av de negativa laddningarna



För det tredje: jag tar bort det laddade objektet. En negativ laddning är kvar och håller bladen isär.



När man använder samma skiva av laddad harts för dessa två elektroforer, deras ytor s och S , med sig laddningarna q och Q , proportionella till dessa. Skillnaden mellan guldplatorna är därefter.

Vi kallar denna anordning electrometer med guldblåd.
Avståndet mellan bladen låter att göra sig en uppfattning om den elektriska laddningen som upprätthålls av vilket metallobjekt som helst, men låter inte fastställa tecken på denna laddning.

Kommer den att bibehålla dess laddning på bestämd tid?

Luften är inte en perfekt isolator, särskilt om den är fuktig. Med tiden kommer laddningarna att försvinna i atmosfären.

I laboratoriet hålls guldbladen i vakuum

Vakuum

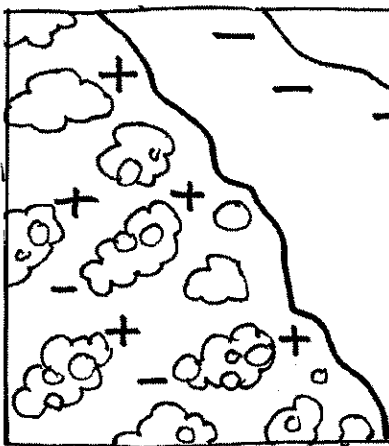
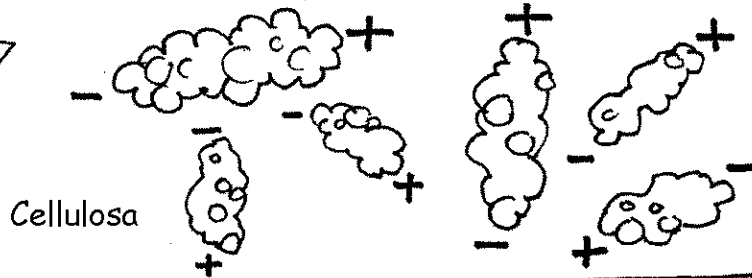
Morfar, jag förstår att man kunde elektrifiera min plexilinjal genom att gnugga på den. Men jag förstår inte varför den drar papper till sig.

En bra fråga.

POLARISERING

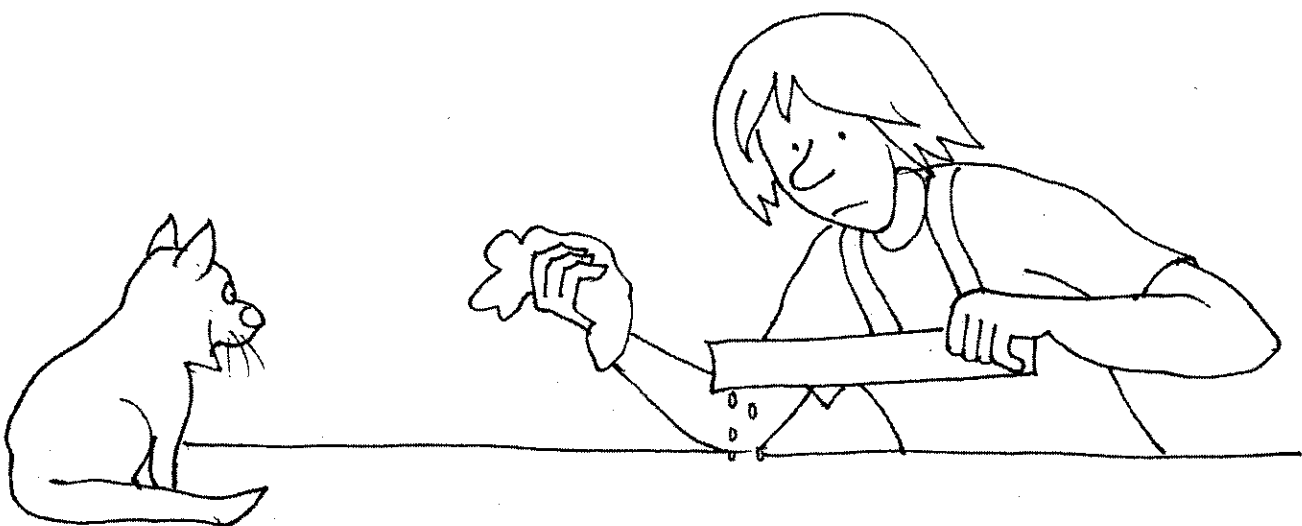


Som du såg, drog antikens folk bollar av ett mycket lätt träd som heter "fläder". Som papper innehåller det cellulosemolekyler (*) i förö av små **ELEKTRISKA DIPOLER**, med en +laddning på en ända och -laddning på den andra.

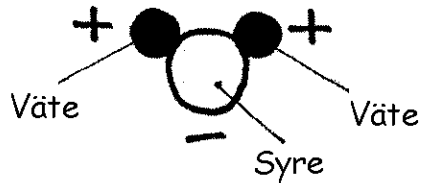


Ställda inför ett objekt med elektriska laddningar roterar dessa molekyler och rör sig mot motsatta laddningarna som objektet har. Så blir det

ATTRAKTION.

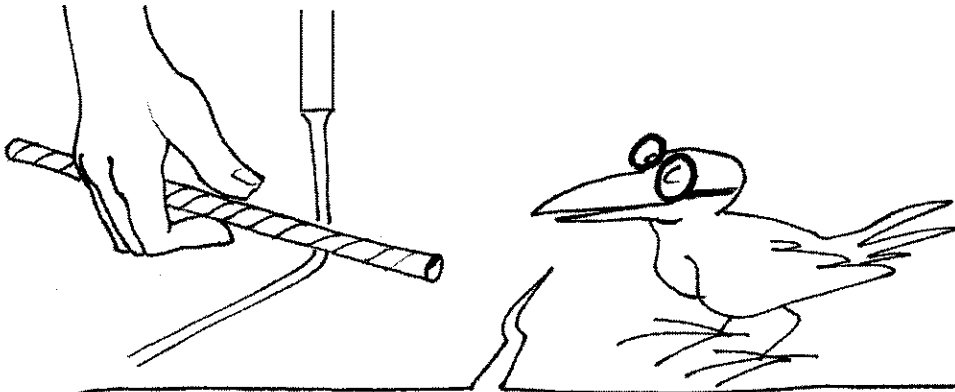


Vattenmolekylen är "Musse Pigg molekyl"



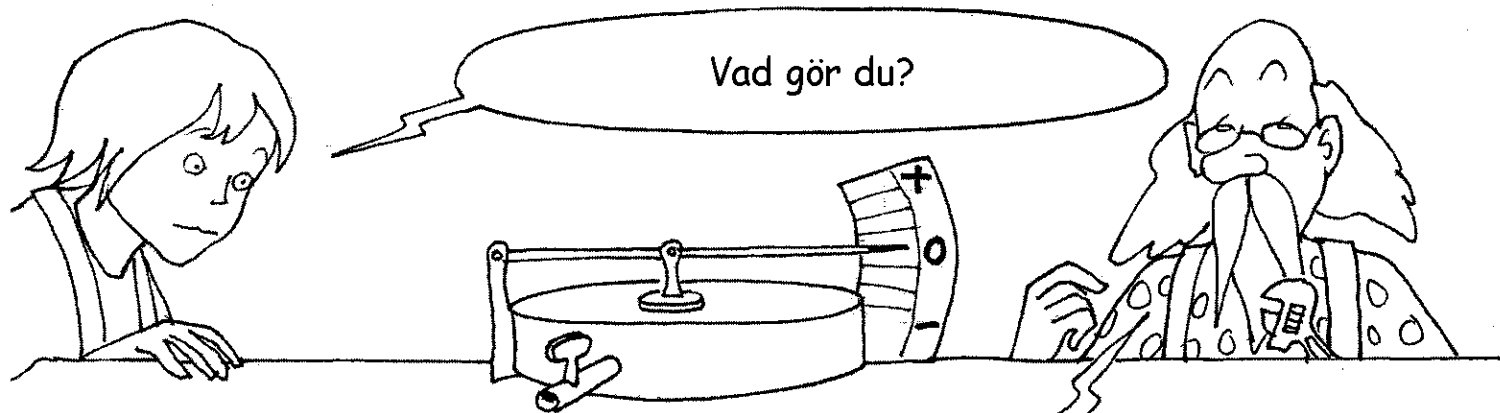
Utsatt för verkan av ett elektriskt laddat objekt, riktar sig vattenmolekylen på det och det resulterar i en attraktionskraft.

	<p>Negativ laddning</p>	<p>Kan vi observera det?</p>	<p>Absolut! Med detta plasthalmstrå</p>
--	-------------------------	------------------------------	---



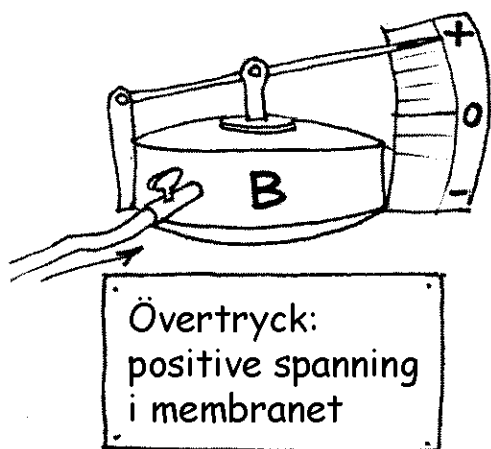
Genom att gnugga dem som finns i dessa butiker som säljer detta hamburgersskräp, och genom att närma sig dem med en rännil av vatten, kan man avleda den på en vinkel av nittio grader.

<p>Allt detta förklarar inte vad som ELKRAFT är.</p>	
	<p>BAROFOREN är en utmärk uppfinning.</p>

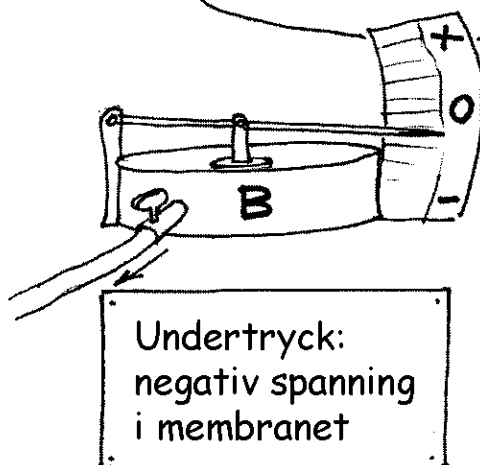


Vad gör du?

En barometer



Övertryck:
positive spänning
i membranet



Undertryck:
negativ spänning
i membranet

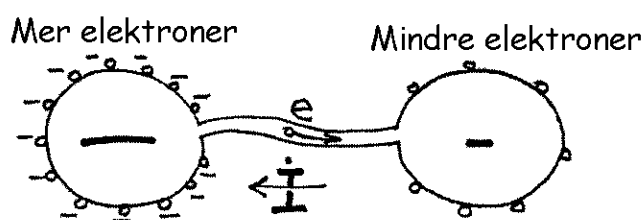
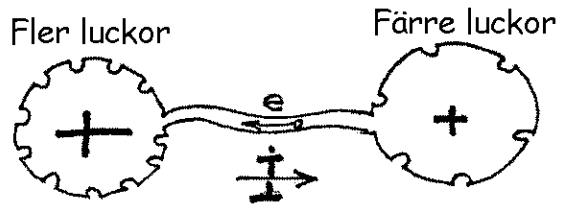
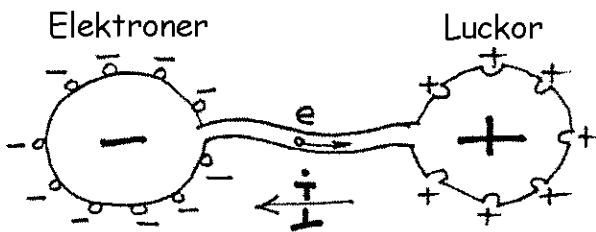
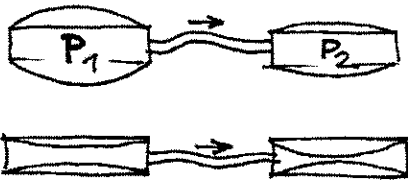


Pfff...
det är välkänt,
det är en membran-
manometer

Man får en gasström om man anslutar två behållare B_1 och B_2 , den ena är under positiv spänning och den andra är under negativ spänning.

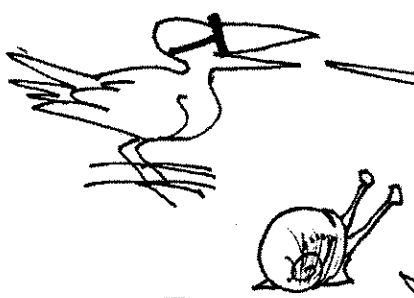


Men i själva verket, det som sätter igång utvecklingen av en gasström, är **SKILLNADEN MELLAN TRYCKEN P_1 och P_2** och **SKILLNADEN MELLAN SPÄNNINGARNA V_1 och V_2** , anslutna till de två behållarna.



Och alla mellanliggande situationer också

Mellan de två kamrarna sätter sig gasströmmen i högt tryck mot lågt tryck, även om dessa två tryck är lägre än det omgivande trycket.



Vi hittar dessa konfigurationer bland positivt laddade kondensatorerna (brist på elektroner) eller negativt laddade (överskott av elektroner)

Sammanfattningsvis upprättas en ström av laddade partiklar alltid från en elektronrik miljö mot en elektronfattig miljö. Och eftersom man har haft fel sedan två århundraden, återstår det bara att styra strömmen i **MOTSATT RIKTNING** från denna cirkulation av denna **GAS AV FRIA ELEKTRONER**.

Detta fel är verkligen idiotiskt. Det var en chans på två ...

Och nu, om de ville ha kul och ändra riktningen av **ELSTRÖMMEN**, - lycka till med det! Man föredrog att ge upp.

Det kan finnas planeter där man gör ett rätt val.

Det är möjligt

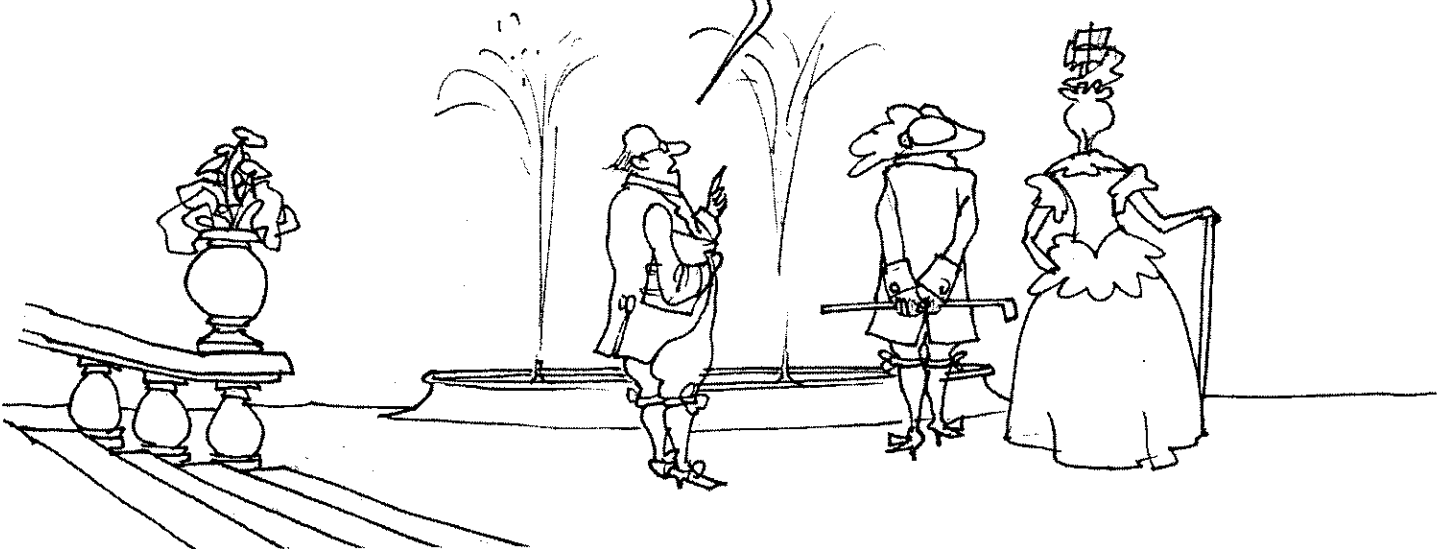


Herre, min uppfinning kunde ha några tillämpningsområden när det gäller energi. Genom att urladda denna Leidenflaska, denna kondensator i en tunn koppartråd, konstaterade jag att denne visade sig uppvärmd med en elektrisk glöd.

Du menar att med den här anordningen kunde man göra Te?

Tyvärr inte ... (*)

Detta elektrisitet saknar egentligen intresse. En rolig föreställning, som mest. Den har ingen framtid, om du vill ha min åsikt.




ELEKTRISITET i NATUREN

I Philadelphie, i 1750, Benjamin Franklin



Min käre vän, du såg brevet som kom från London.
Akademin förlöjligar våra idéer och tycker att de är oseriösa.





Om de är urladdade, som jag tror att de är,
de ser starka ut. Det vore klokt att inte göra
mig själv till en kanal för denna elektriska eld.
En viss försiktighet är nödvändig.




Här kommer ett fint åskmoln

Koppartråd

Rep

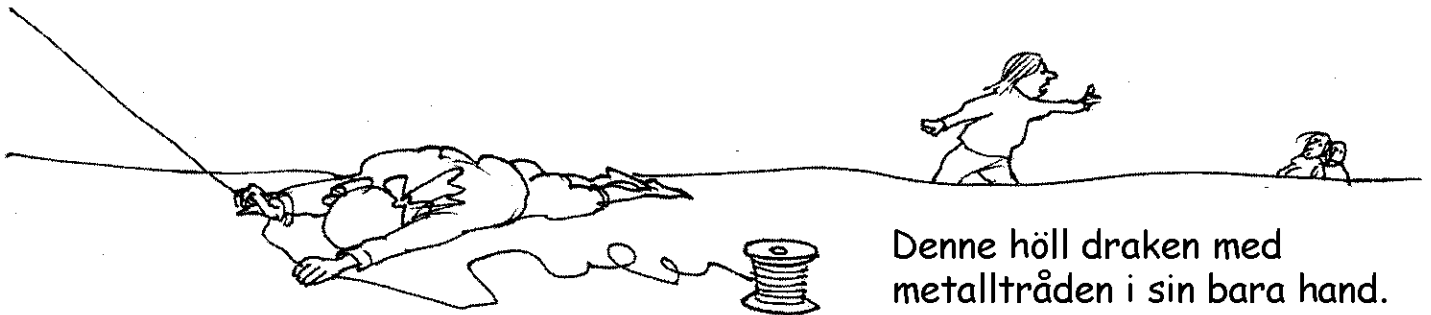
Nyckel

Järnpinne



Herregud, vilken fin
gnista mellan nyckeln
och järnpinnet (*).

Benjamin Franklin övervann sina förtalare som hade skrattat åt honom så mycket; nyheten spred sig som en blix. Men alla dessa praktiker var inte lika försiktiga som han. Så blev Georg Willem Richman senare i St Petersburg den första människan som dog... av elektrisitet

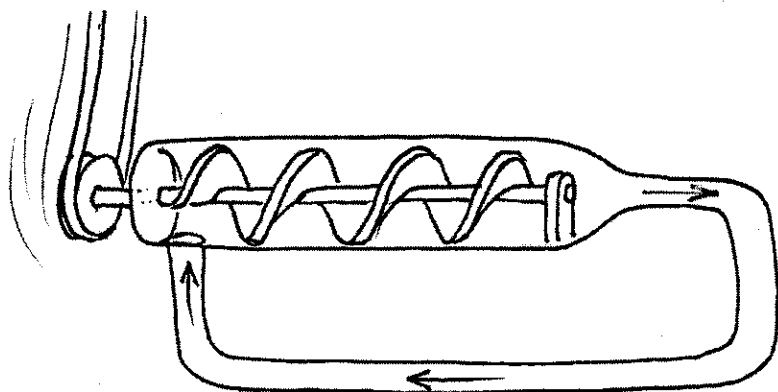
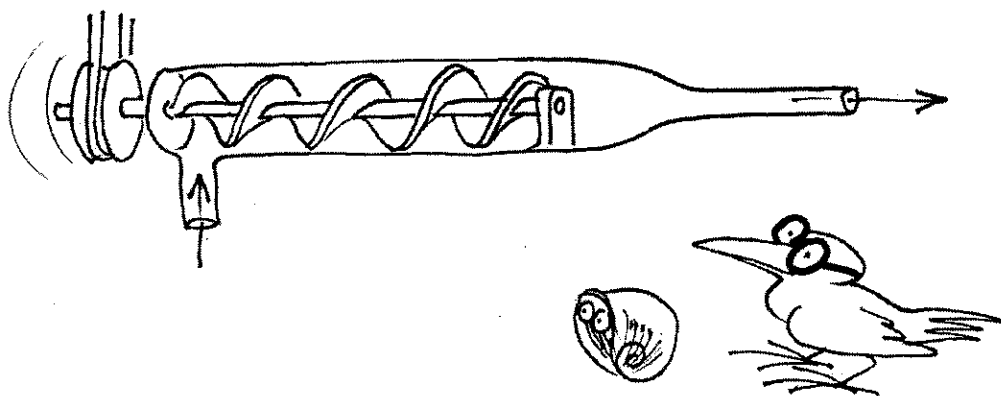


Roa dig inte genom att skicka en drake i åskväder. Ett fuktigt rep kan vara ledare för att låta blixten att döda dig.

Men vad laddar molnen med elektrisitet?

Det är **TRIBOELEKTRICITET** igen, friktionen av två materior mot varandra. I vulkanmolnen virvlar fint damm runt i gasen. Detta damm är elektrifierad och kraftiga blixtar far genom det. I molnen finns små iskristaller som faller in i en kraftig uppvind, blir elektrifierad och laddar molnmassan.

Nu ska vi göra en sammanfattning. Det hela började i 5 århundradet f.Kr när Thales, genom att gnugga en bärnsten, drog till sig små saker. Tretton hundra senare när intresset för naturvetenskap väcktes i Europa, började människorna att gnugga allt som kom i deras händer: harts, glas. De lärde sig att lagra elektriska laddningarna i kondensatorerna, först för hand, sedan med hjälp av maskiner som kunde ge farliga stötar ifrån sig. Men det var inte förrän födelsen av **ELSTRÖMMEN**, så att "elektrisitetsälva" skulle ta sin plats i människans aktiviteter annat än som bara "nyfikenhet". Den första energikällan härrör från kemi. Det var **batteriet** uppfunnit av italienaren Alessandro Volta i 1800. Sedan var det Gramm, Tesla och andra som uppfann maskinerna som omvandlade mekanisk energi till elström. Beskrivningen av deras principer hamnar utanför ramen för denna bok. För oss, förresten, sammanfattar sig **ELEKTRISK GENERATOR** i "en elektronpump". (*)



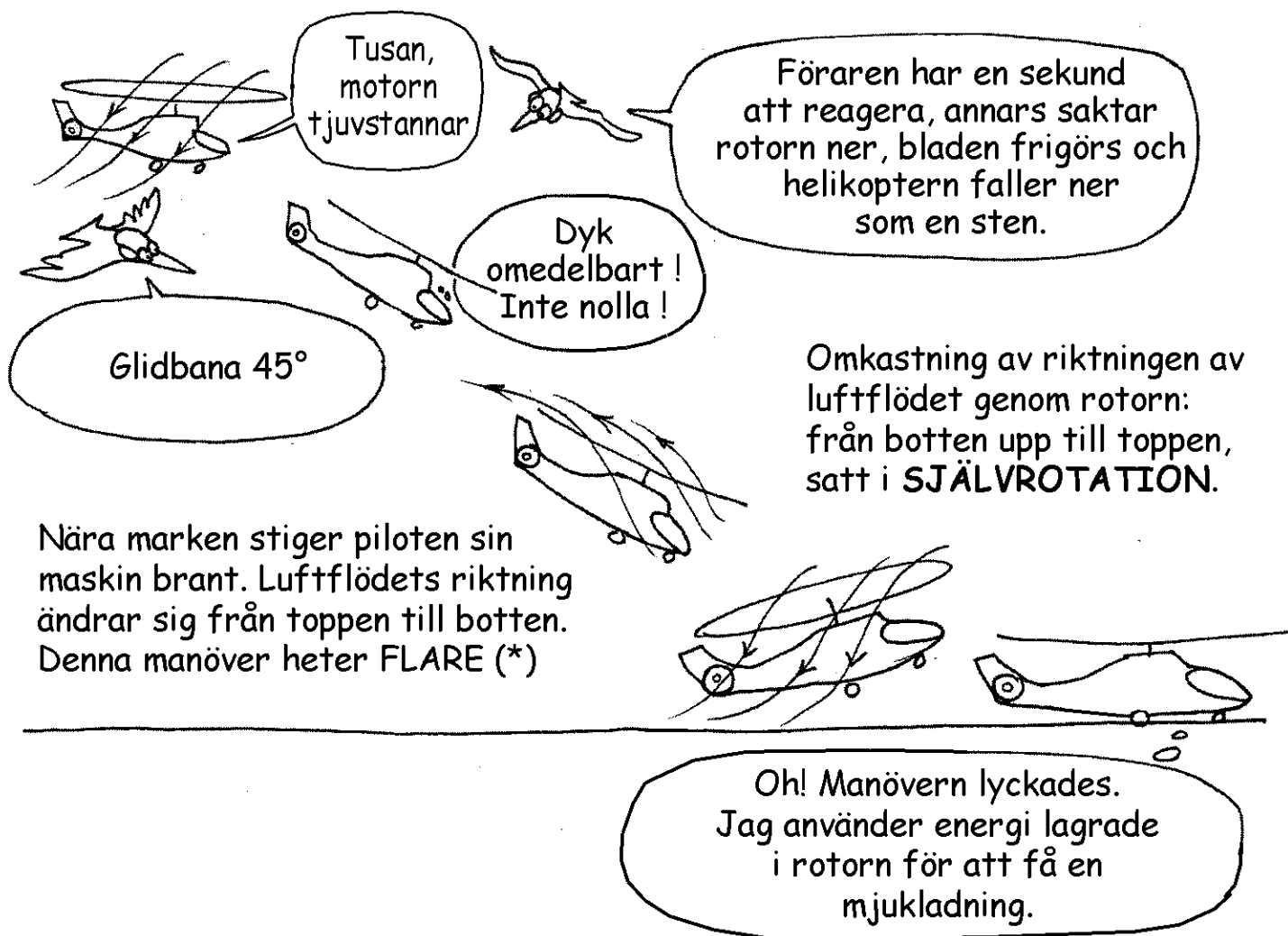
En pump kan fungera **OAVBRUTET** endast om det finns återomlopp av vätskan som den driver, det vill säga **ELSTRÖMMENS** infattning (slingdrift). Annars skulle det gå på tomgång.

(*) En "elektronpump", med tanke på felet som gjordes på sjuttonhundratalet, fick elektronerna i "elströmmen" ett omvänt flöd.

LIKSTRÖM

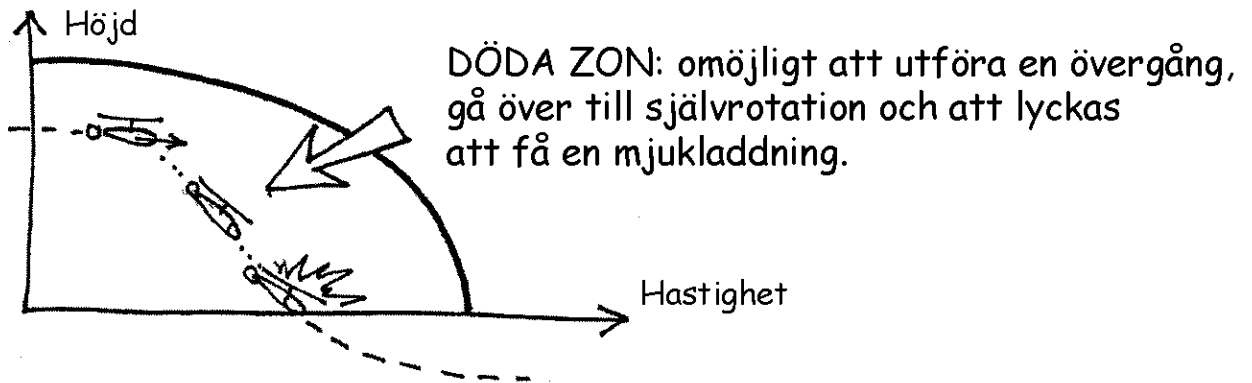
Hemlaggrigskällor för LIKSTRÖM är BATTERIER (ej laddningsbara) och LADDNINGSBARA BATTERIER som bilar och alla TRÅDLÖSA verktyg är utrustade med nu. I bilvärlden utvecklar man HYBRIDsystemen där batterierna laddas med likström från konventionella motorer som kan fungera i bättre prestanda med lägre bränsleförbrukning.

Franko-italienaren Pascal Chrétien (*) är en pionjär i fråga om hybridhelikopter; detta system övervann den största nackdelen med denna flygmaskin: dess oförmåga att landa utan att skada om en motorstopp inträffar i den DÖDA ZONEN gör omöjlig laddning på självrotation. En helikopter kan GLIDFLYGGA på sitt sätt till priset av en mjuk ÖVERGÅNG.



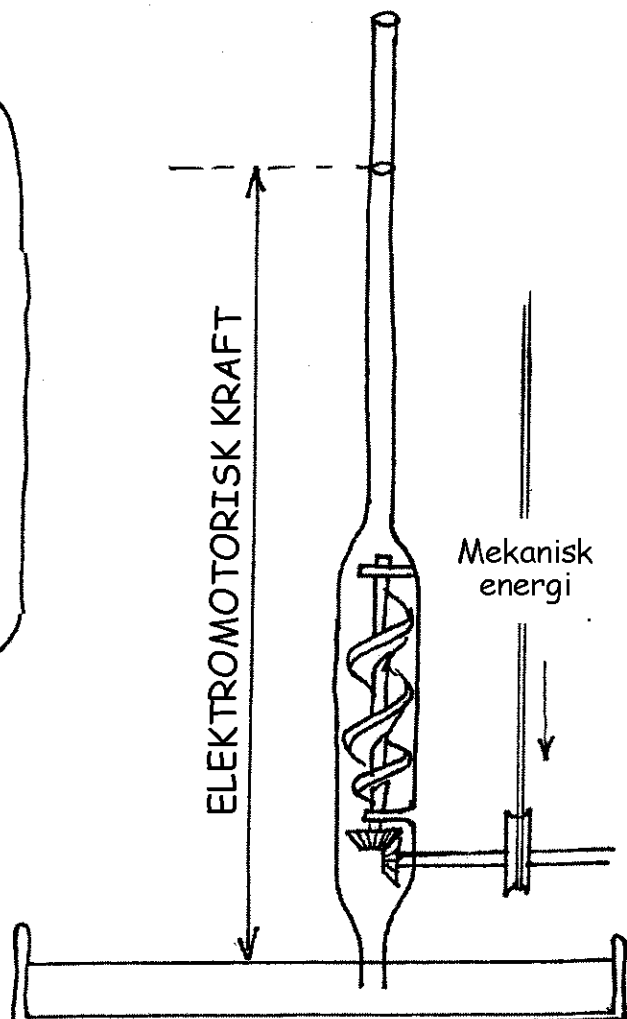
(*) Pascal Chrétien: pascal.chretien@swissmail.org
Att ladda ner gratis: <http://www.savoir-sans-frontieres.com>

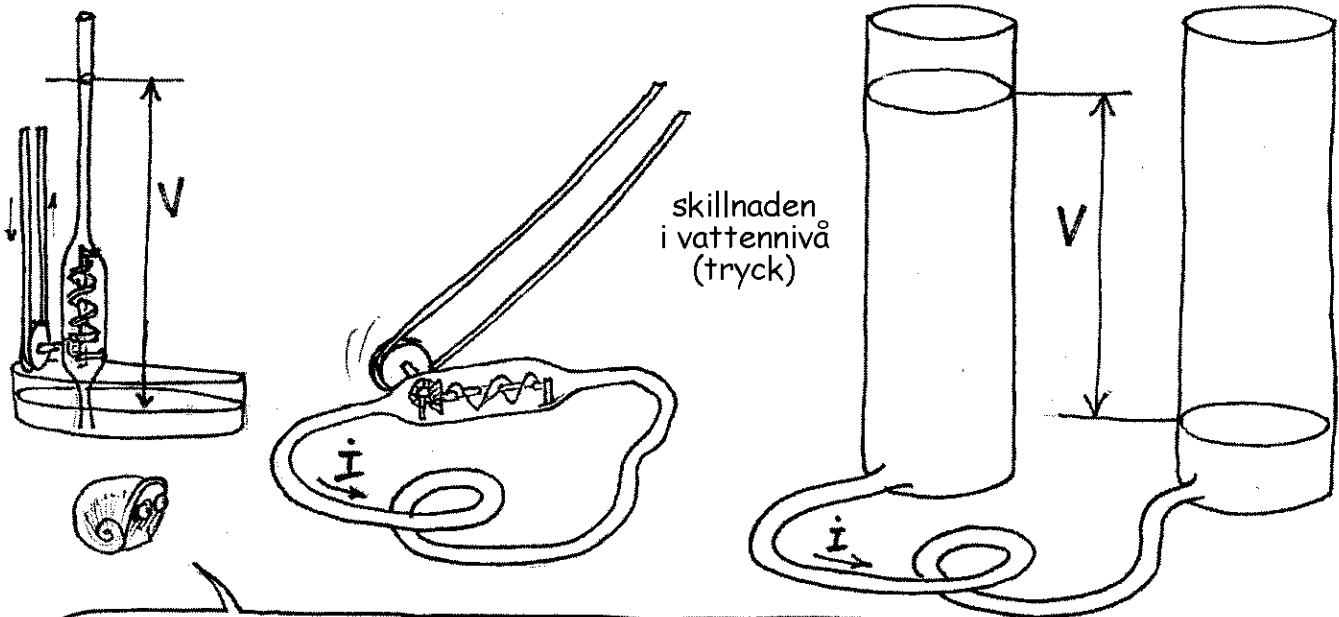
Men denna manöver kan man endast genomföra på marknivå med en hastighet på 100 km/t, eller med en noll hastighet i en mellanliggande situation, annars hamnar man i den DÖDA ZONEN.



Men för det mesta arbetar helikopterns piloter "i den döda zonen". Faktumet att ständigt ha ett batteri med en energireserv (elektrisk) ger dem möjlighet att kompensera bristen av deras konventionella motor, en elektrisk motor som skulle ta över och avveckla risken som finns med helikopter (*)

Tillbaka till likströmmen.
En elektrisk generator är en elektronpump som kan ge "ett elektroniskt tryck", så kallad **ELEKTROMOTORISK KRAFT**.
Om vi likställer denna generator med en vattenpump, skulle bilden vara höjden (lika med: tryck), med vilken pumpen kunde lyfta vätskan upp, **ÖPPEN STRÖMKRETS**



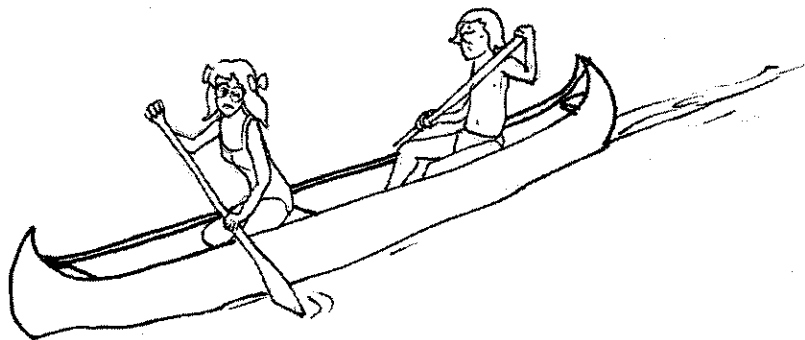


Genom att ansluta ett rör med ett tvärsnitt s och en längd L , kommer vi att få samma flöde I (analog av elström) genom att koppla den till en pump (analog av elektrisk generator) eller till två tankar som visar skillnaden på vattennivå, identiskt med pumpens lyftkraft (analog av **ELEKTROMOTORISK KRAFT**)


Eftersom den är kvar i den hydrauliska analogin, vad begränsar vattenflödet I , i ett givet rör, för en skillnad av vattennivå V , också fixerad (eller ett laddtryck som levereras av pumpen)?

Detta är **FRIKTIONEN** av vatten mot rörets vägg

Menar du att vattnet gnider ... inuti mot röret?



När ni åker kanot på sjön, du och Sophie, måste ni tryck hårt på paddlar för att övervinna vattnets friktion på skrovet. Och när ni slutar att paddla, dröjer det inte länge förrän ert kanoe stannar, inte sant?

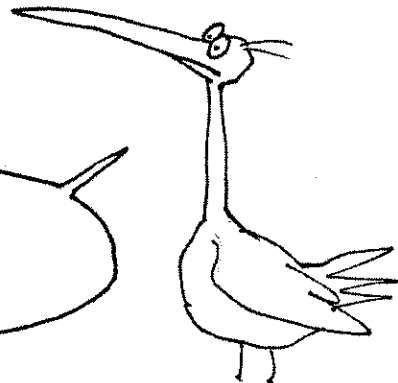


När man gör detta, förbrukar man **ENERGI**, man **ÖVERFÖR** den till vätskan. Och vart tar den vägen sen? Vad blir det av den?

Tjan, den skapar virvlar. Vi ska kalla den virvelenergi.



Ja, men dessa virvlar försvinner så småningom. **VAD** blir det av denna energi till slut?



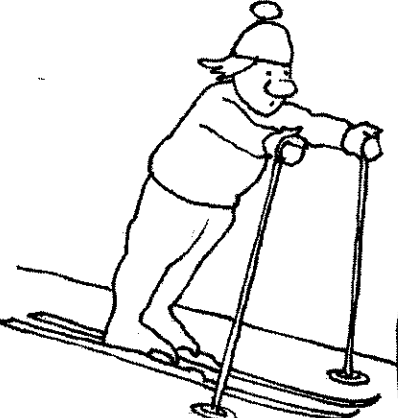
Den förvandlas till **VÄRME**. När allt kommer omkring, när ni paddlar, värmer ni upp vattnet i sjön. Inte mycket, eftersom vattnet har en stor **VÄRMEKAPACITET**



Friktionen är fenomenet med vilket naturen förvandlar den mekaniska energin i den termiska energin, i värme. Det är det som man gör genom att gnugga sina händer mot varandra för att värma sig. Man kan till och med smälta is genom att gnugga.



Menar du allvar?




När man är på en skidbacke, en låg sådan, och man måste utöva ett litet tryck för att sätta igång gliden; det är inte "för att starta skidorna", utan för att få en tunt lager snö att smälta, genom kontakten med skidorna, tack vare värmen som skapas genom friktion. Man åker inte alltså skidor på snön, utan på en tunn vattenhinna som genast fryser.



Det inger mig ett ide.

Marie, visste du att när du vrider din sked i majonäsen, höjer du temperaturen på den?



Oh, inte mycket, därför att majonäsen har en hög värmekapacitet

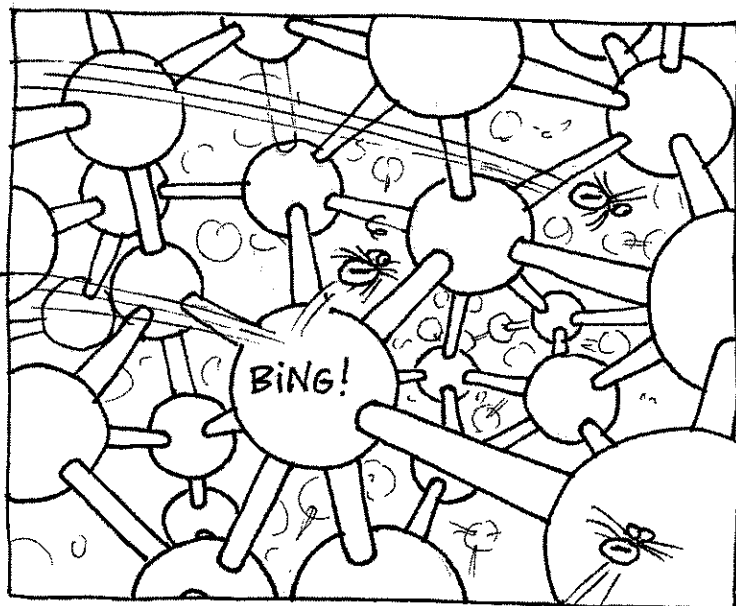


Vad har allt det här med elektriciteten att göra?

RESISTANS



Du kommer i alla fall inte att tala för mig att elektronerna som vandrar i en elektrisk tråd gnider mot det isolerande höljet som omger dem?



Nätverket, fast, av metallatomer formar så många hinder som saktar ner elektronernas förflyttning. Genom att ständigt kollidera med dessa, överför de sistnämnda dem energi.



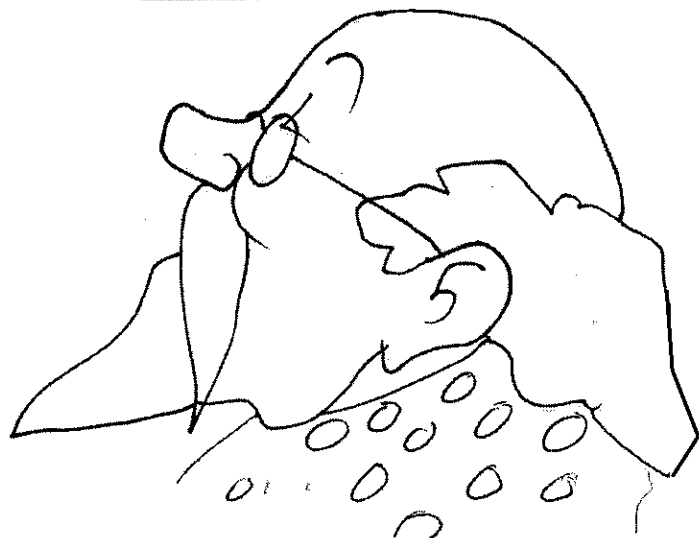
Men hur kan metallatomer få energin om de inte kan röra sig?

Det är hela nätverket som börjar vibrera.



När jag sätter ett strykjärn mot min kind, känner jag inte hur alla dessa atomer vibrerar.

Men din kinds atomer känner dem.



Om man ville skapa en fullständig analogi mellan elektricitet och hydraulik, skulle man få en vätska att cirkulera i en **PORÖS MILJÖ** vars **POROSITET** skulle motsvara **LEDNINGSFÖRMÅGA** (*) av material som är elektrisk **LEDARE**.



Trycksskillnaden ($P_1 - P_2$) motsvarar potentialskillnaden ($V_1 - V_2$), och flödehastigheten på denna **FLYTANDE STRÖM** motsvarar **INTENSITETEN** av elektrisk strömmen.

Så frågor blir: för en tryckskillnad $V = P_1 - P_2$ med en porositetsrör $\pi = 1 / \rho$, med den givna längden L och snittet s , hur skulle flödehastigheten I bli?

- 1) Ju större porositet π (eller konduktiviteten σ), desto större flödehastigheten (elektrisk intensitet).
- 2) Ju längre röret är, desto svårare har vätskan (eller elektronerna) att gå genom.
- 3) Ju svagare snittet är: detsamma

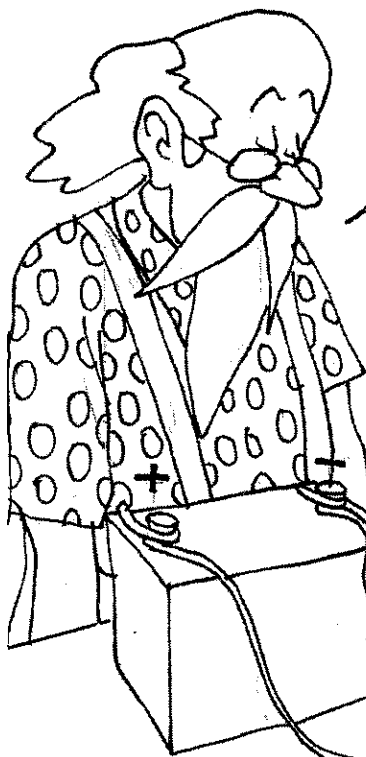


Vad skulle du säga om en sådan lag:
Flödehastighet $I = \frac{\text{tryckskillnaden } (P_1 - P_2)}{\text{resistans } \rho \times \text{längd } L / \text{snittet } s}$

Det är en mycket trevlig lag.
Och vad ger detta, när man överför elektricitet?



(*) **RESISTANS** ρ är motsatsen till **KONDUKTIVITET** σ .



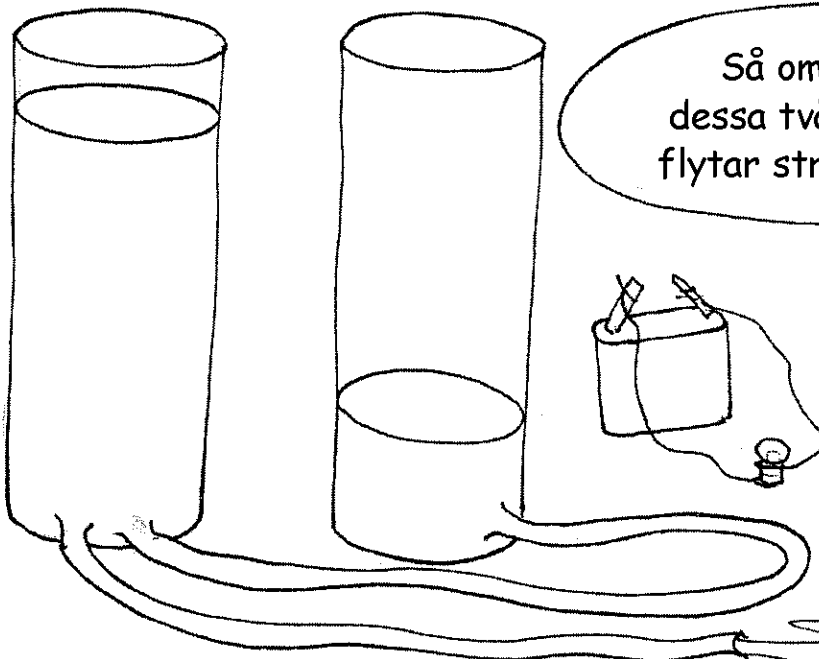
I elektrisitet motsvarar formulen på alla punkter:
 I (elektriskt intensitet) = $\frac{(V_1 - V_2), \text{ potentialskillnaden}}{\text{RESISTANS } \rho L/s}$

Med andra ord, motståndet i framflyttandet av en vätska i ett rör räknas med en formel som är på alla punkter lik denna som möjliggör att räkna det elektriska motståndet i en tråd

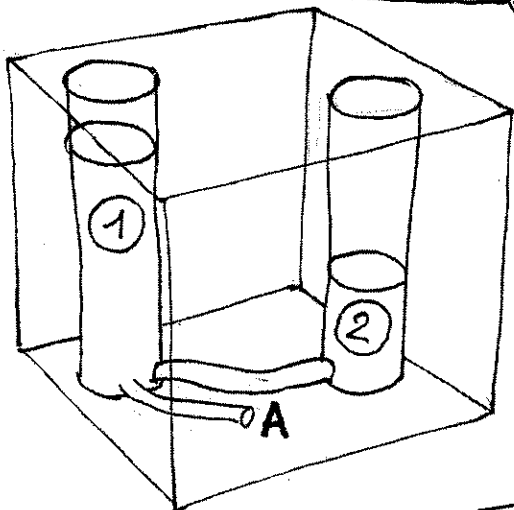
Vänta. Det finns en sak som jag inte förstår med denna hydrauliska analogi. För att få en vätska strömma i ett rör eller i en porös ledning, behöver jag inte alls att ha två behållare av olika nivåer.



Så om vi sätter en av dessa två trådar "i luften", flytar strömmen inte längre..



Du glömmet en sak: luften är inte **LEDARE**,
men en **ISOLATOR**. Om du ville komplettera din analogi,
skulle du behöva dränka hopsättningen i ett plastik material, plexiglas.



Vätskan som finns
i behållaren 1 kan inte flyta
genom öppningen A.

INRE RESISTANS

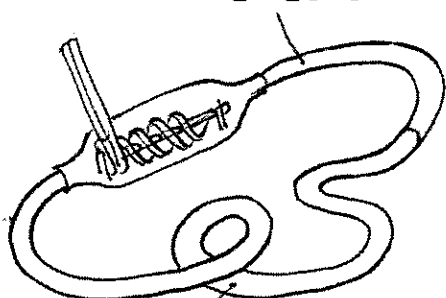


Om jag lägger bladen på detta batterie
i **KORTSLUTNING**, måste det finnas en
mycket hög ström och det skulle laddas
ut omedelbart, inte sant?

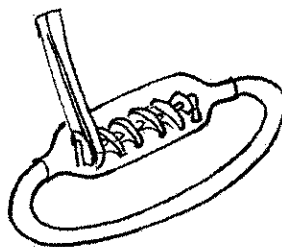


Nej, eftersom vilken elektrisk
generator som helst har en
INRE RESISTANS, icke noll, som
föreskriver en maximal gräns för
strömmen som den kan producera.

INRE RESISTANS



YTTRE RESISTANS



Generator lagd på
kortslutning, på
inre resistans

(*) För att etablera en elektrisk stöt mellan två
elektroder, i luften, en centimeter ifrån varandra,
behöver man en spänning på 20.000 volts

FARORNA MED ELEKTRICITET

1780

Mamma mia! Grodans lär rör sig under inverkan av elektricitet?!

Ja. Innan Alessandro Volta uppfann **BATTERIET**, hade Luigi Galvani upptäckt att musklerna drar samman när en svag elström går igenom dem.

?!?

Vad som gällde för grodorna, gällde också människorna och sniglarna.

Om du tar på en strömkälla som bär på en spänning lägre än 50 volts, så är det ingen fara, förutsatt att du har absolut torra händer.

Den mänskliga kroppen innehåller många element som är goda ledare av elektricitet: nerver, blodkärl, muskler, inälvor. Under 50 volts fungerar huden som isolator.



Denna förändring i konduktivitet används i LÖGNDETEKTÖRER (människorna som ljuger eller är nervösa, svettas); liksom kallas denna apparat ELEKTROPSYKOMETER inom kulturen av SCIENTOLOGI

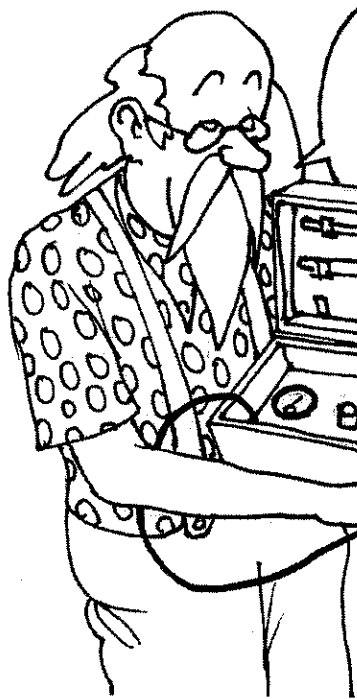


Kroppskadorna (*) beror på strömmens styrka. En tusendel av en ampere kittlar lite. Under några hundradels ampere tar strömmen kontroll över musklerna. Händerna förblir spända över tråden, diafragman är FÖRLAMAD, förhindrar andningen vilket orsakar död genom kvävning. Strömmen som flyter genom kroppen skadar nerverna, kokar musklerna. Under en tiondel av ampere stannar hjärtat av eller slår oregelbundet (muskelflimmer)

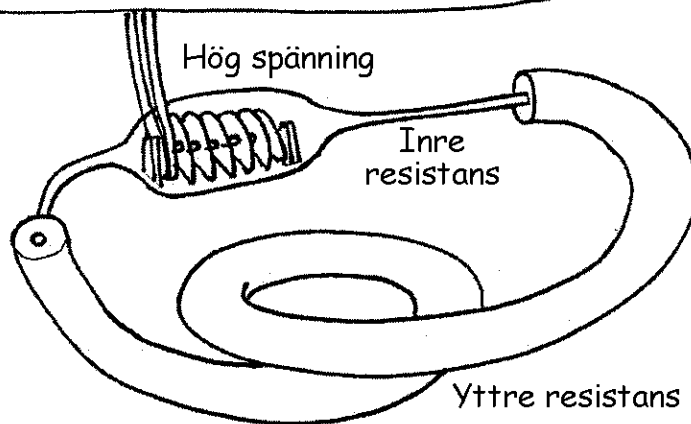


Det finns saker som jag inte förstår. Här är en högspänningskälla (**); som bär på flera tusen volt och skapar gnistor på flera millimeter; och ändå orsakar den bara ett lätt kittlande

(*) Varje år dör 200 människor i Frankrike av elchock.
 (***) En induktionsrulle.

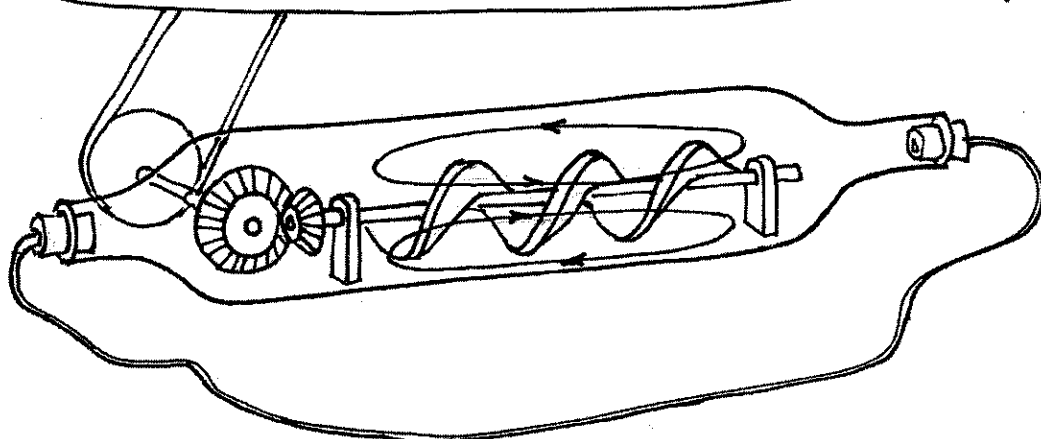
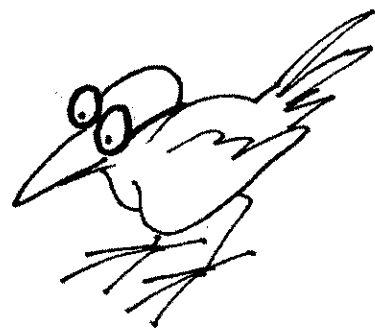


Därför att dess **INRE RESISTANS**, en mycket höjd, begränsar strömstyrkan till en tusendel av en ampere, även om man anslutar denna källa till ett objekt som är en mycket bra elektrisk ledare.

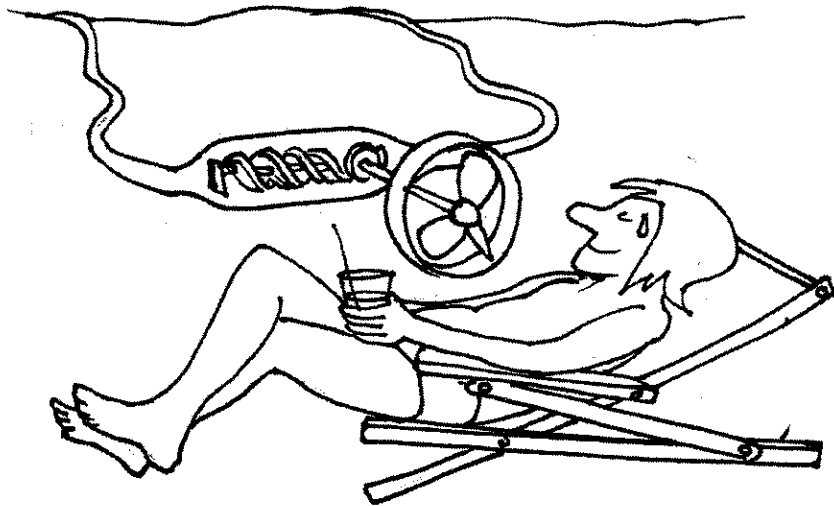


FÖRLUSTER ONLINE

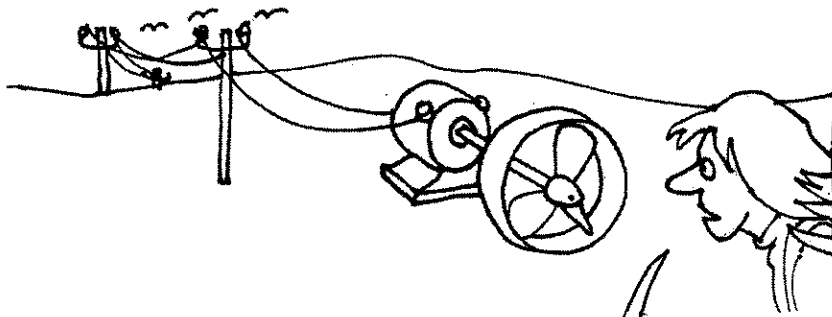
Teckningen på vår pump gjordes inte slumpmässigt. Archimedesskruv rör inte den inre väggen, vilket betyder att även när den vänder mot konstant hastighet, bestäms flödes hastigheten av rörets friktion som kontrasterar en **RESISTANS** av **VÄXELSTRÖM**. Om denna pump är ansluten till ett mycket fint rör, kommer flödes hastigheten att tendera till zero.



Elöverföringen på avstånd utför flera funktioner. Värme,
ljus (genom att värma glödtråden i en glödlampa),
produktion av mekanisk energi med hjälp av **ELEKTRISK MOTORER**

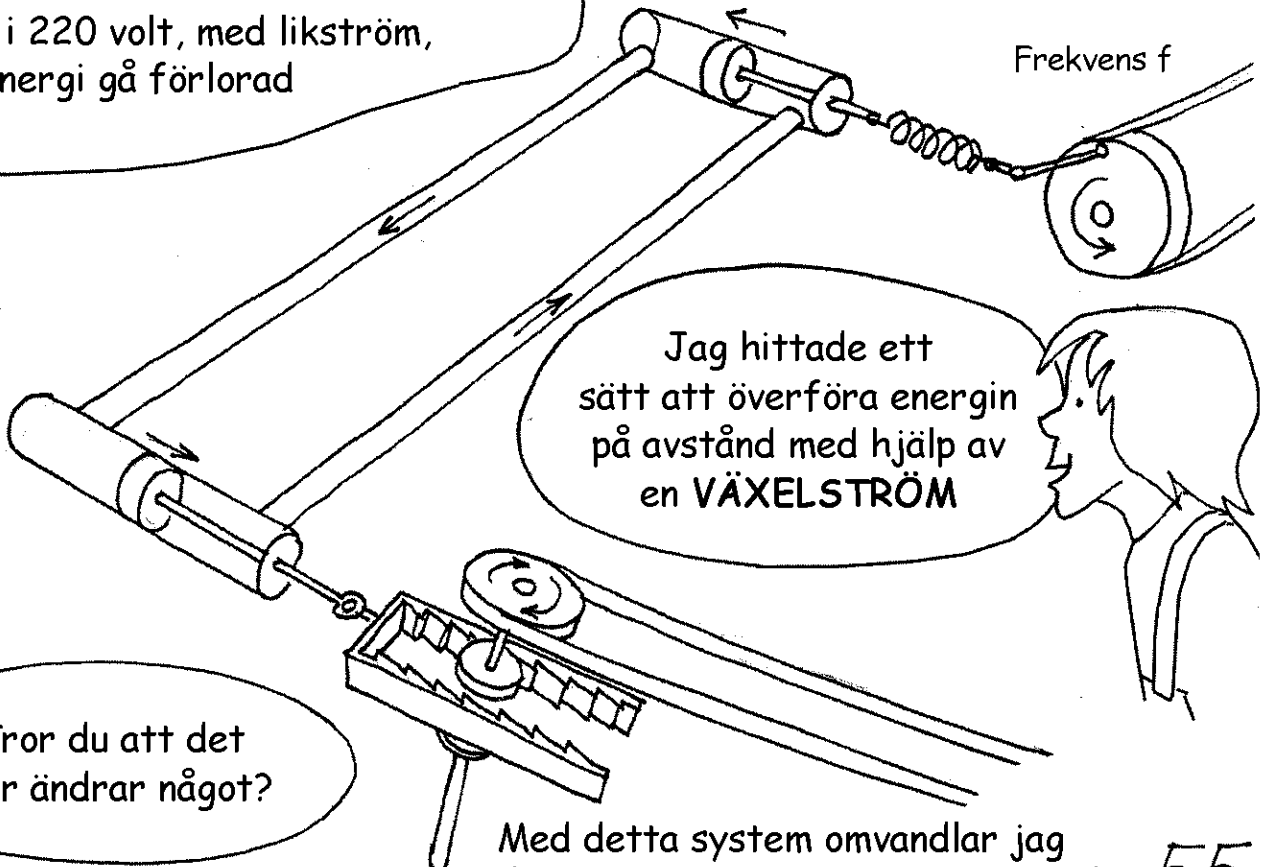


Om tillförselledningen är mycket lång, blir den en källa till friktion så att fluidum inte kommer att cirkulera alls. All energi skingras genom friktion och kommer att endast värma gatan eftersom den förloras på vägen.



Min källa av **LIKSTRÖM** är på hundratals kilometer. Trådens strömningsresistans blev så stor att strömmen praktiskt taget inte går igenom.

Om man matade vilken som helst elektrisk utrustning i 220 volt, med likström, skulle all energi gå förlorad på väg.

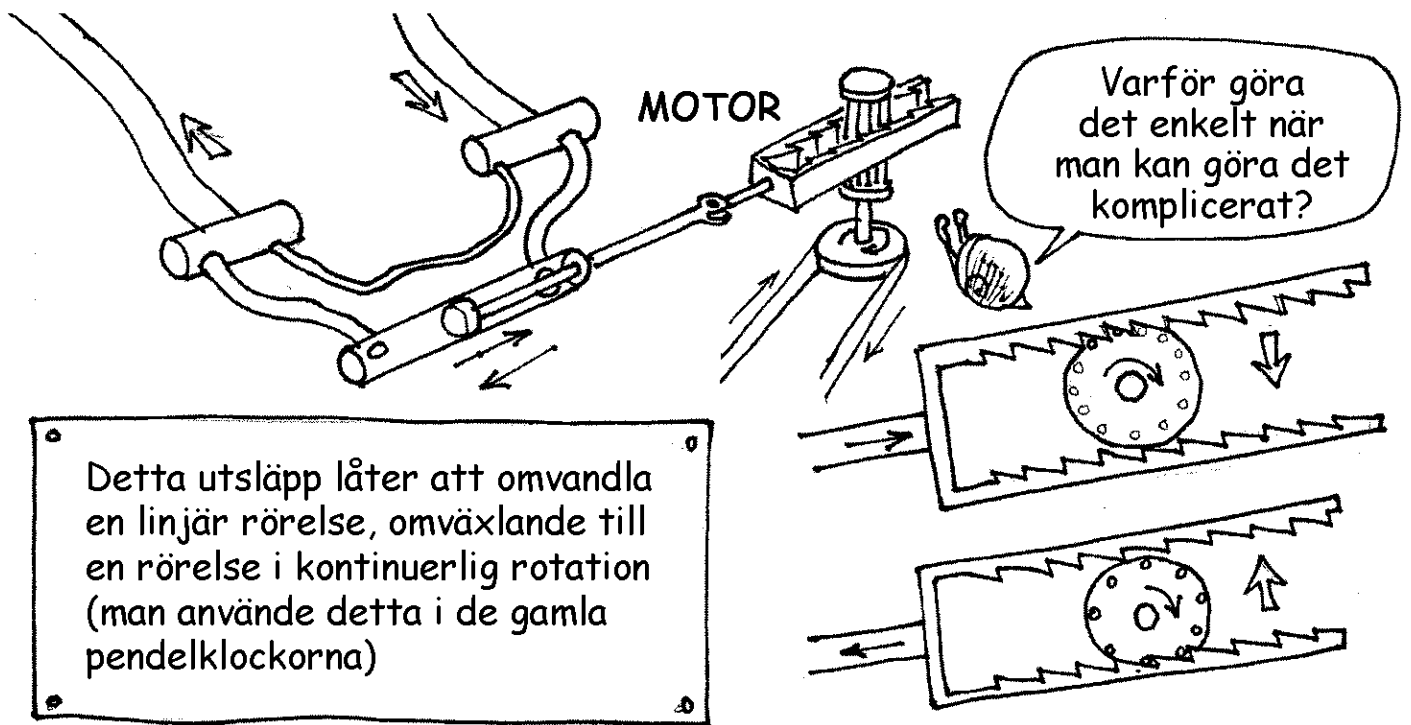


Frekvens f

Jag hittade ett sätt att överföra energin på avstånd med hjälp av en **VÄXELSTRÖM**

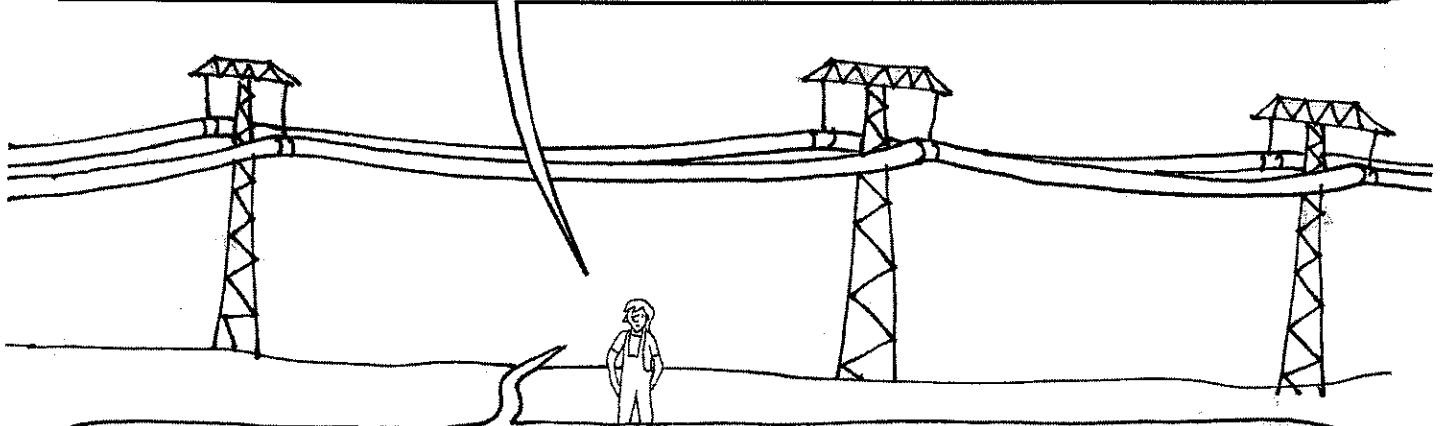
Tror du att det här ändrar något?

Med detta system omvandlar jag detta **KONTINUERLIGA** pumpande till **OMVÄXLANDE PUMPANDE**



Detta utsläpp låter att omvandla en linjär rörelse, omväxlande till en rörelse i kontinuerlig rotation (man använde detta i de gamla pendelklockorna)

Jag trodde att **VÄXELSTRÖMMEN** skulle låta att **ÖVERFÖRA ENERGI PÅ AVSTÅND**, enklare. Men även som det här går allting förlorat på vägen till följd av friktionerna och slutligen värmer jag de små fåglarna.

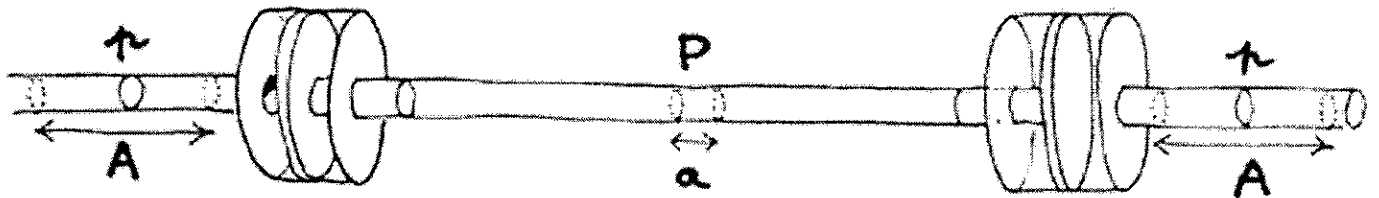


Vad som behöver göras är att minska dessa förluster på grund av friktion så att amplituden av denna fram-och-tillbaka rörelse av min ström, det vill säga, av konstant frekvens, flödet, med andra ord, **INTENSITET**. Men om man minskar detta intensitet-flöde, vad blir det med **KRAFTEN**?

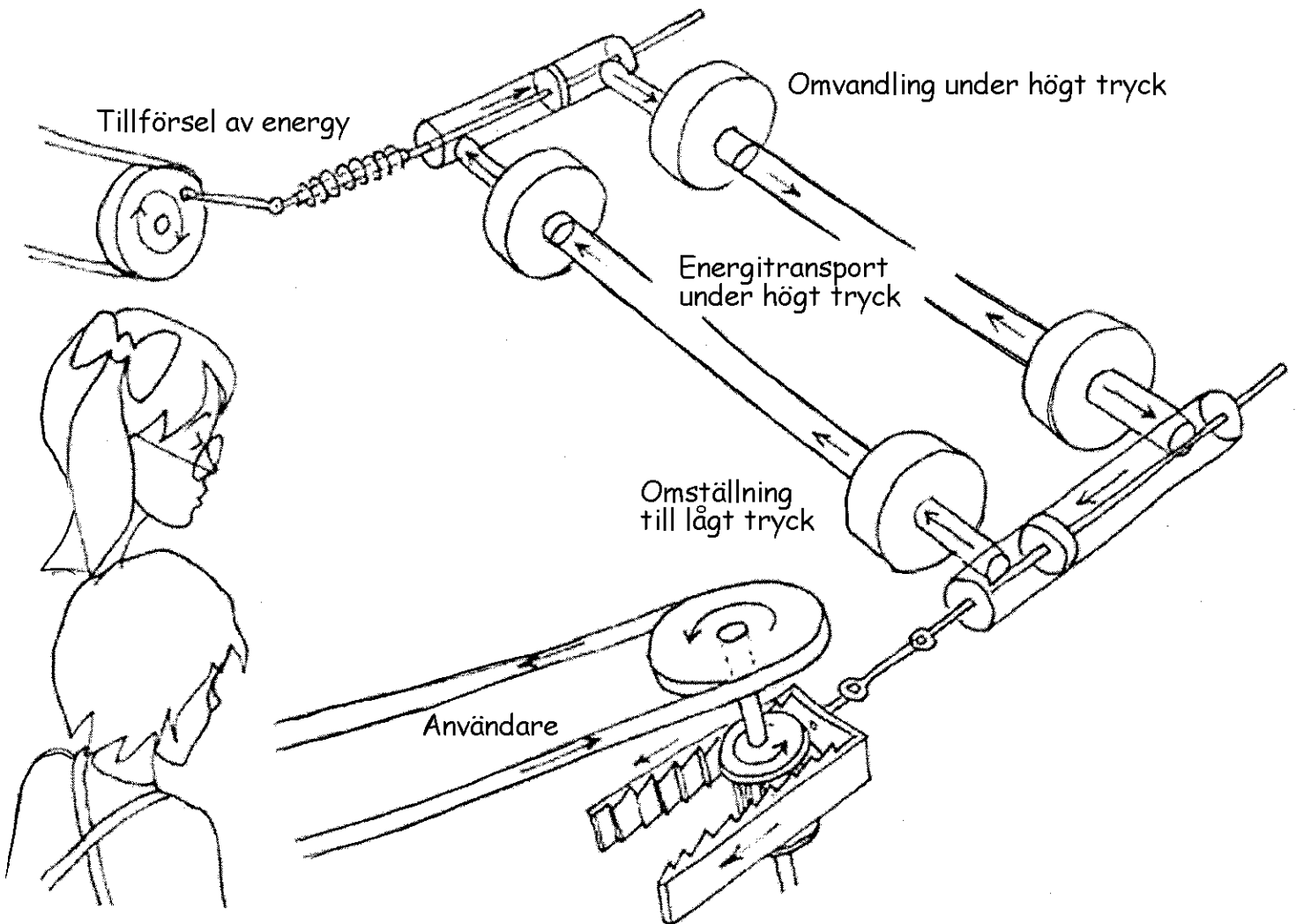


Du glömmer en sak, Anselme. Trycket är inte bara en kraft per ytenhet. Det är också en **ENERGIDENSITET** per volymenhet. Om du minskar volymflödet I , genom att öka trycket, kan du konservera energiflödet.

Lösningen, det är **HYDRAULISK CYLINDER** som omvandlar en storskalig förskjutning A , under svagt tryck p , i en svag förskjutning a , under högt tryck P .



Denna bildning ändrar inte mängden energy $p A = P a$, överförd med frekvensen f . Men som för varje cykel minskas förskjutningen av vätskan, så förhåller det sig på samma sätt med förluster genom friktion



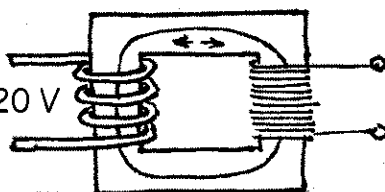
I elektricitetsvärld kommer överföringen av en flytande ej sammanpressbar massa att ersättas med en överföring av elektriska laddningar. I en ledare med **VÄXELSTRÖM** livas de elektriska laddningarna upp av en rörelse av ebb och flod. Ordet **STYRKA** ersätter ordet flöde och ordet **SPÄNNING** ersätter ordet tryck. En **TRANSFORMATOR** omvandlar strömmen så att produkterna $V \times I$ bibehålls. Funktionsprincipen som refererar till **ELEKTROMAGNETISM** är utanför ramen för detta verk.

VÄXELSTRÖM OCH DESS FÖRDELAR



Låg spänning: 220 V
Hög styrka

Järnkärna

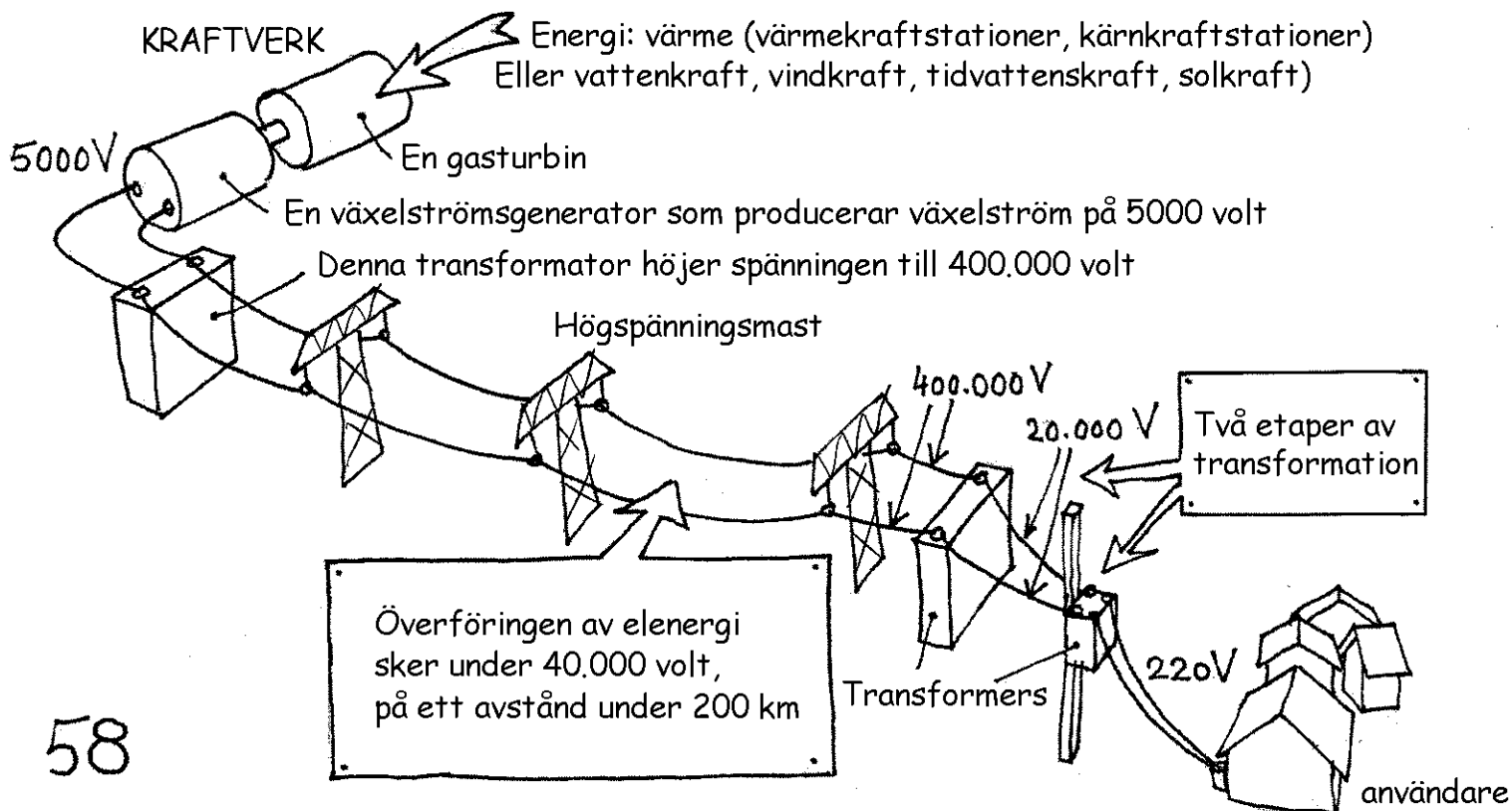


Transformatorerna
fungerar endast på
växelström

Hög spänning: 400.000 V
Låg styrka

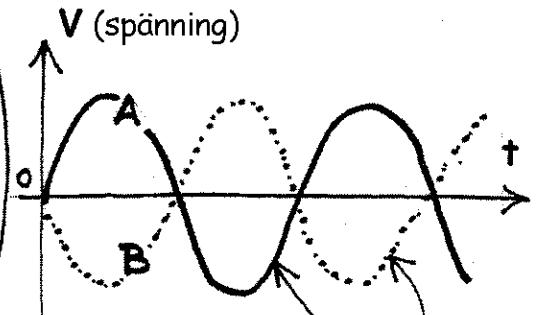
Så ser en transformator ut.

Det finns två kretsar anslutna genom **VÄXELMAGNETFÄLT** som slingar sig i en **JÄRNKÄRNA**. Om strömkällan (krets som heter **PRIMÄR**) är till vänster och utgången är till höger (krets som heter **SEKUNDÄR**) fungerar systemet med en **TILLÄGGSTRANSFORMATOR** med $V_1 I_1 = V_2 I_2$. Om däremot är källan till höger och utgången är till vänster **SÄNKER** den **SPÄNNING**. Detta möjliggör transporten av elkraften i form av växelström på 50 perioder (*) under en hög spänning på 400.000 volt och en styrka på flera hundra ampere per linje, i avstånd på högst 200 km med **NÄTVERK** fördelade överallt genom en uppsättning av **KRAFTVERK**



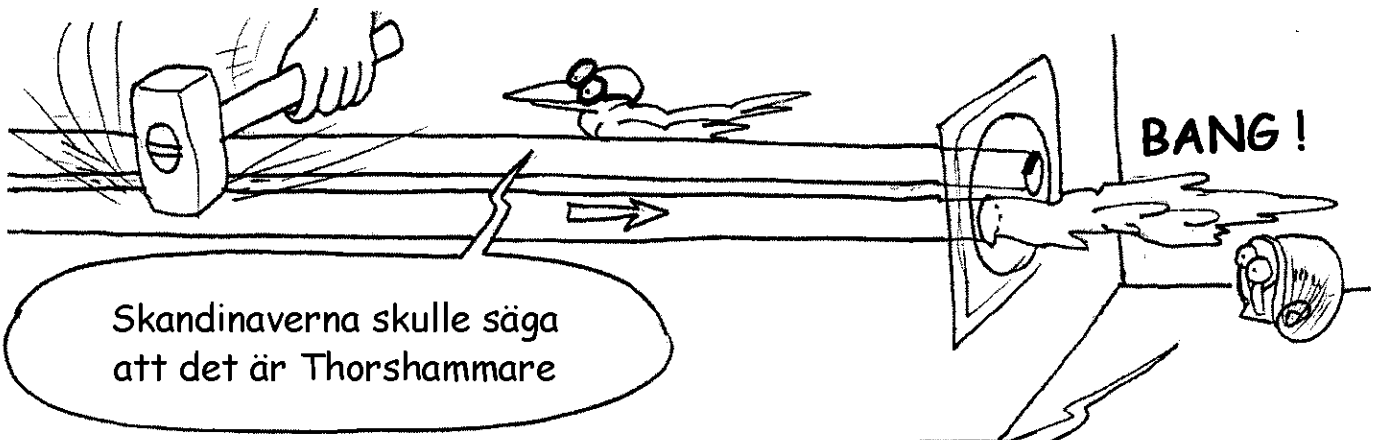
Ledningarna på 400.000 volt betjänar zoner och regioner. Ledningarna på 20.000 volt försörjer små orter och områden i stora städer. Slutligen, transformatorernas sista etapp är (stora som tvättmaskiner, fasta på betonstolpar) försörjer ett dussin hushåll eller motsvarande.

Allt det här är lätt som en plätt. Det räcker att få ihop två trådar som fungerar på ett motsatt sätt med en vanlig sockel. När den ena får en positiv spänning, blir den andra under den motsatta spänningen och så vidare, 50 gånger per sekund.



Det är inte så enkelt. Vad ska du göra om en blixst slår någon del på denna linje?

Blixten är ett fenomen som ska tas på mycket allvar (*). Det är inget laboratorieexperiment. Om går tillbaka till vattenanalogin, motsvarar detta ett stort slag med hammaren, tilldelad på en av ledningarna som leder vätskan: ett gumseslag.



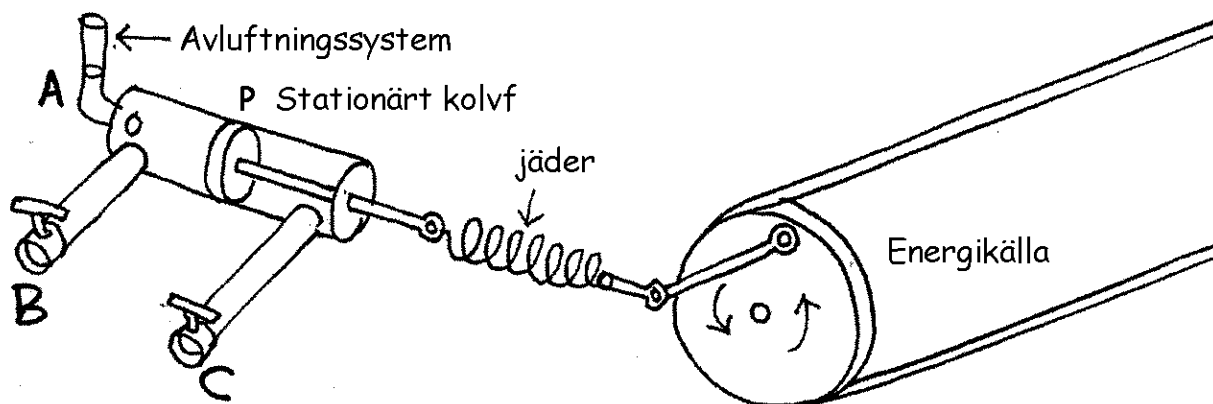
Skandinaverna skulle säga att det är Thorshammare

Skulle den elektriska vätskan vara **INKOMPRESSIBEL**?

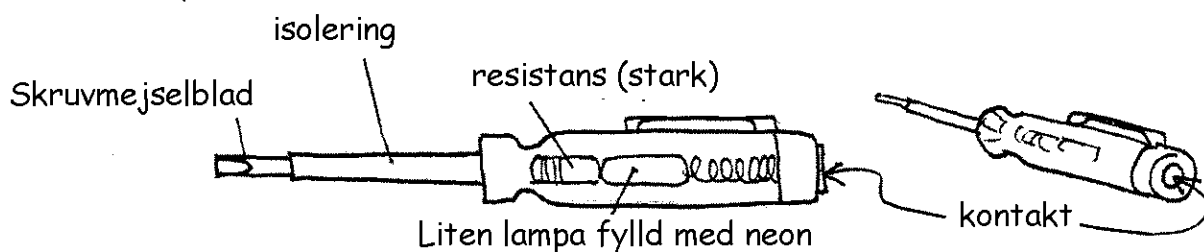
(*) Den dödar 200 personer in Frankrike årligen!

I elektricitet, det som man kallar **JORD** är en enorm kapacitet dit elektriska laddningar kan flöda eller dras tillbaka, utan att kunna ändra dess **SPÄNNING**, vilken man godtyckligt tilldelar nollvärde.

I hydrauliken är motsvarigheten av en enorm volym och man kan inte ändra **TRYCKET** på den. Vi ska ta... atmosfären. En jordning blir alltså ett **AVLUFTNINGSSYSTEM**



Här är förklaringen av ett mysterium som väldigt få människor förstår. Er strömanslutning är försörjd med växelström. När ingen elektrisk apparat eller värmeelement är anslutna, kunde du använda en **TEST SKRUVMEJSEL**. Du kommer att upptäcka då att en av de två strömanslutningarna, **FASEN**, är under spänning. Den andra, **NOLLEDARE**, är inte det.



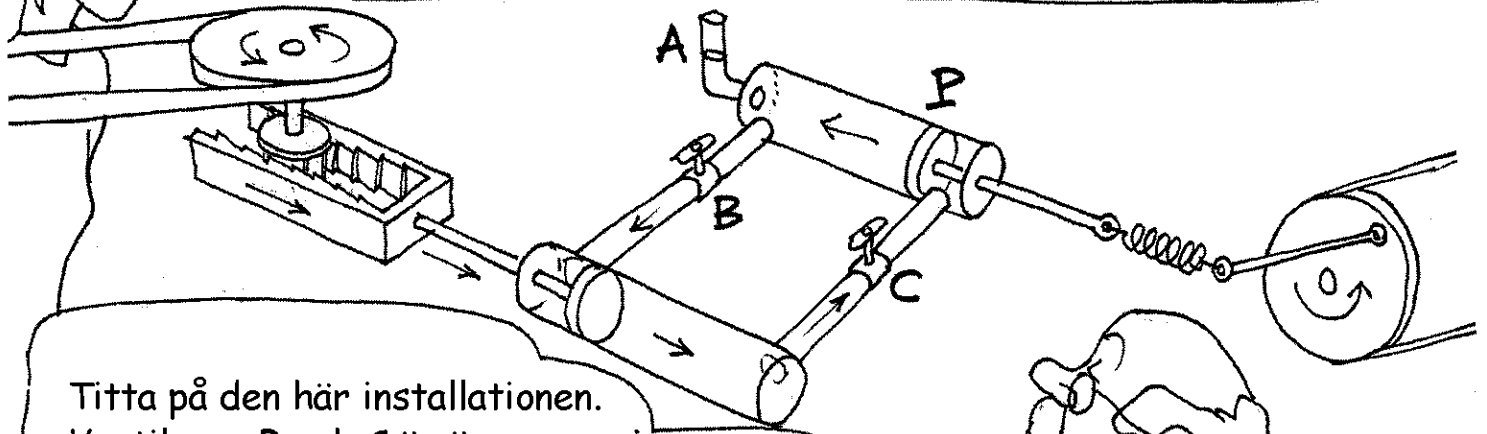
Om du tittar på schemat här ovan du ska se att ventilerna **B** och **C** är stängda, konven **P** kan inte röra sig. Energin är lagrad i fjädret. Trycket **C** varierar, medan trycket **B** förblir noll!



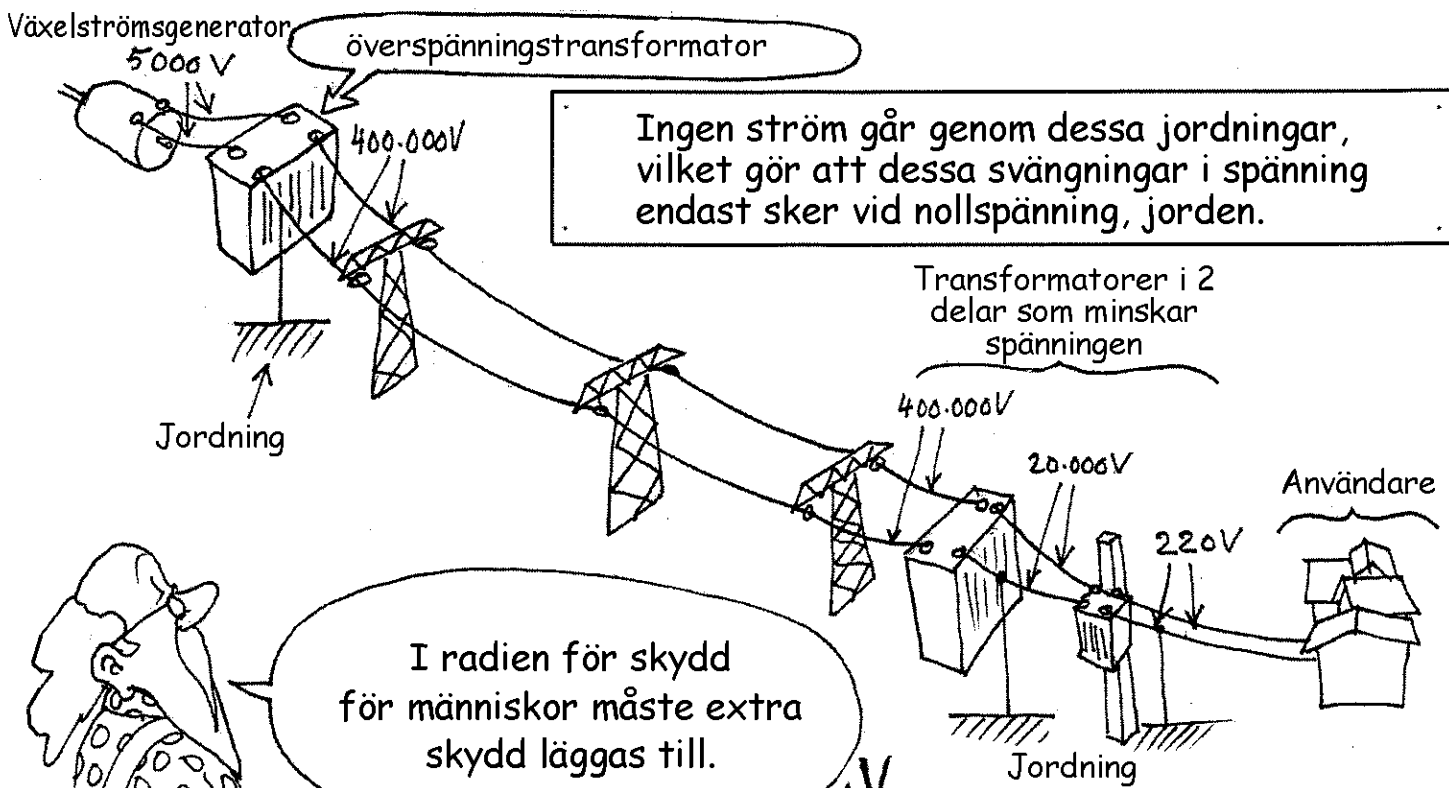
Ovanför din strömanslutning är den ena av de två linjerna jordad, vilket tar bort all överspänning efter ett blixtnedslag. Ditt liv beror på denna viktiga åtgärd.



Men när man anslutar vad som helst till denna anslutning försvinner strömmen in i jorden, är det så?

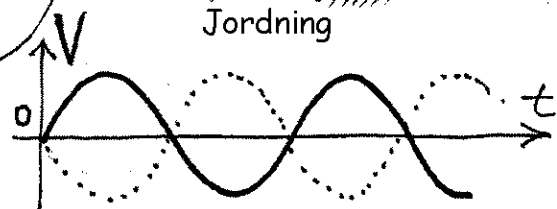


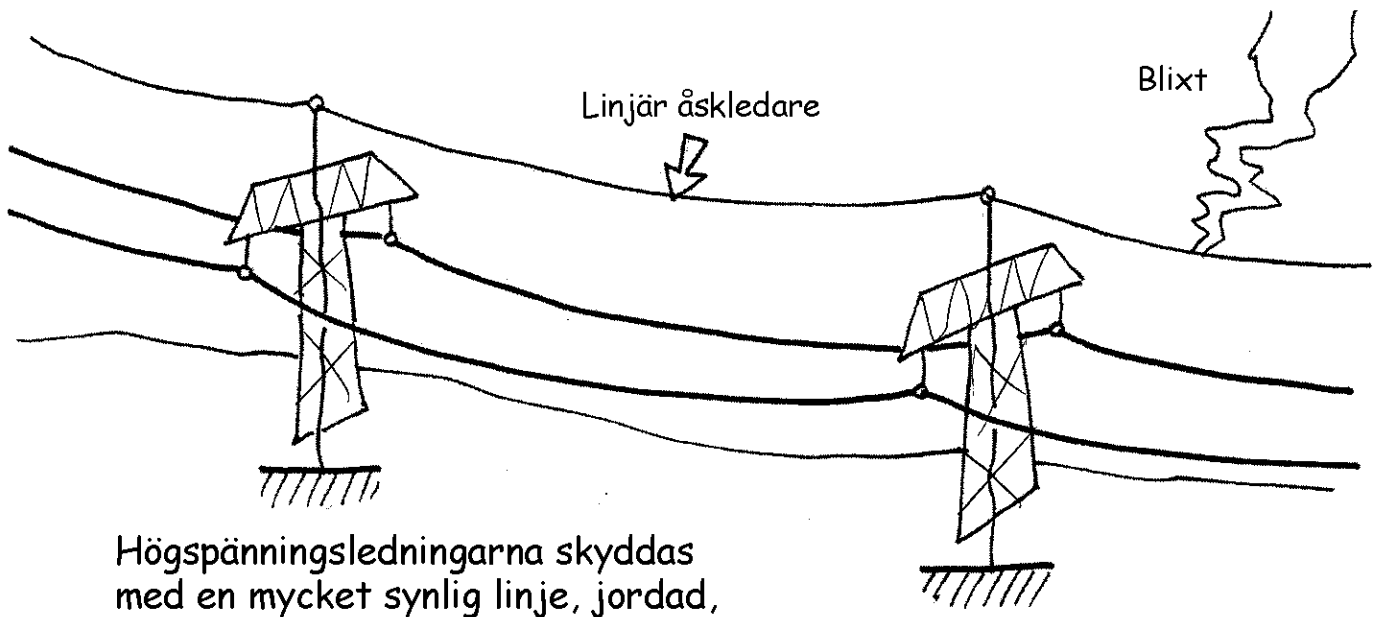
Titta på den här installationen. Ventilerna B och C är öppna. Kolven P rör sig. Men strömmen flyter inte genom A, eftersom den cirkulerar i en sluten krets och är **INKOMPRESSIBEL**. Om en vätskevolym strömmade i A, var skulle den komma ifrån? Den här gången varierar trycken B och C. Men monteringen av dessa variationer i tryck kan göras endast med ett värde som är ungefär likt atmosfärtryck, oavsett om det är lågt eller högt. I överföringen av elektricitet gör dessa jordningar så att svängningar av låg och hög spänning kan fungera endast vid nollspänning.



Ingen ström går genom dessa jordningar, vilket gör att dessa svängningar i spänning endast sker vid nollspänning, jorden.

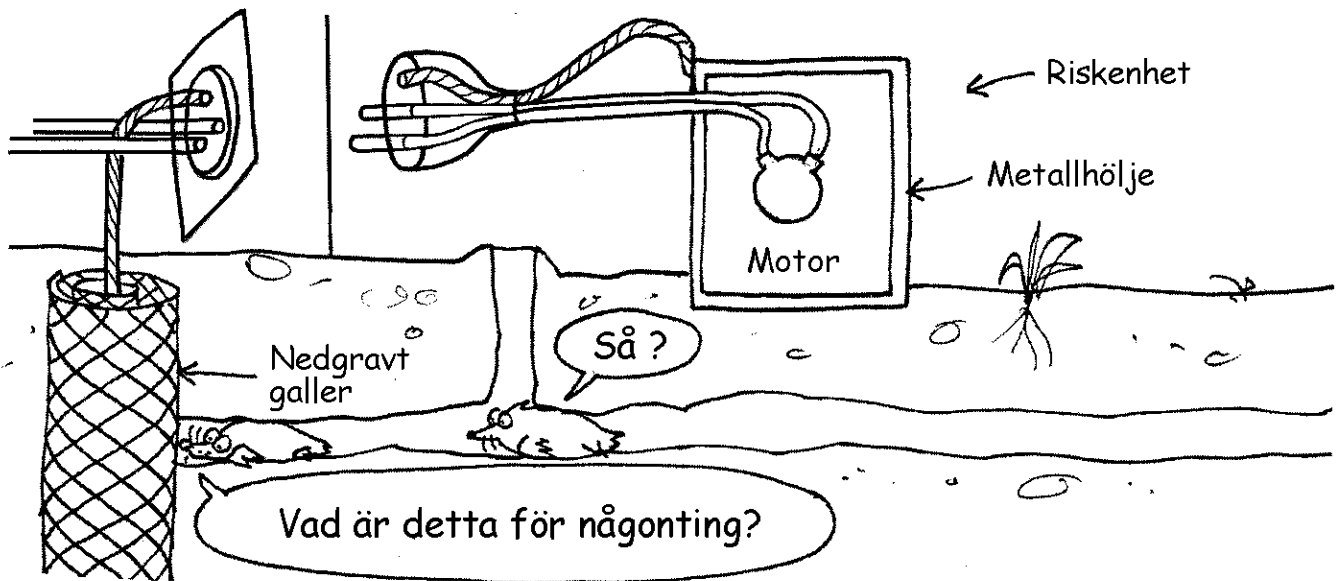
I radien för skydd för människor måste extra skydd läggas till.



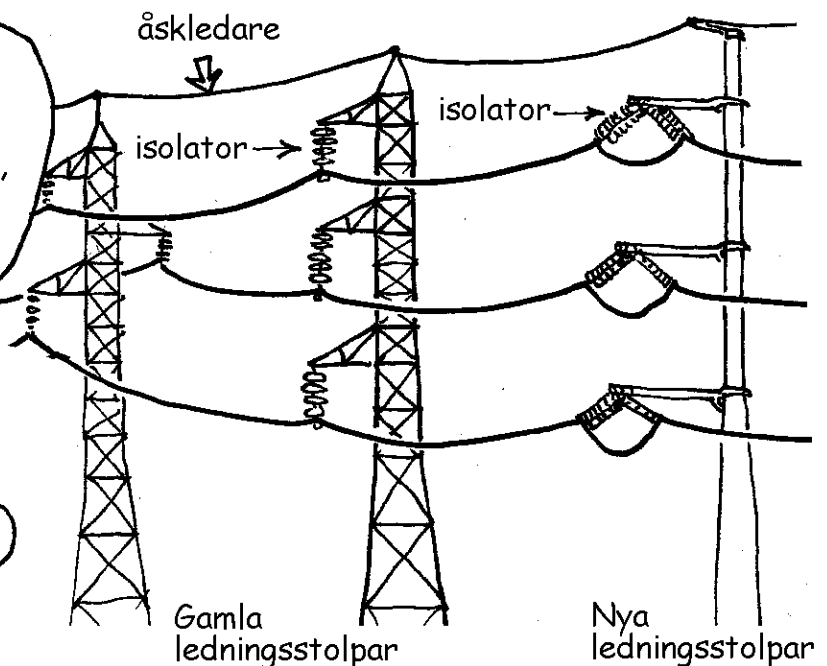


Högspänningsledningarna skyddas med en mycket synlig linje, jordad, som tjänar som linjär åskledare

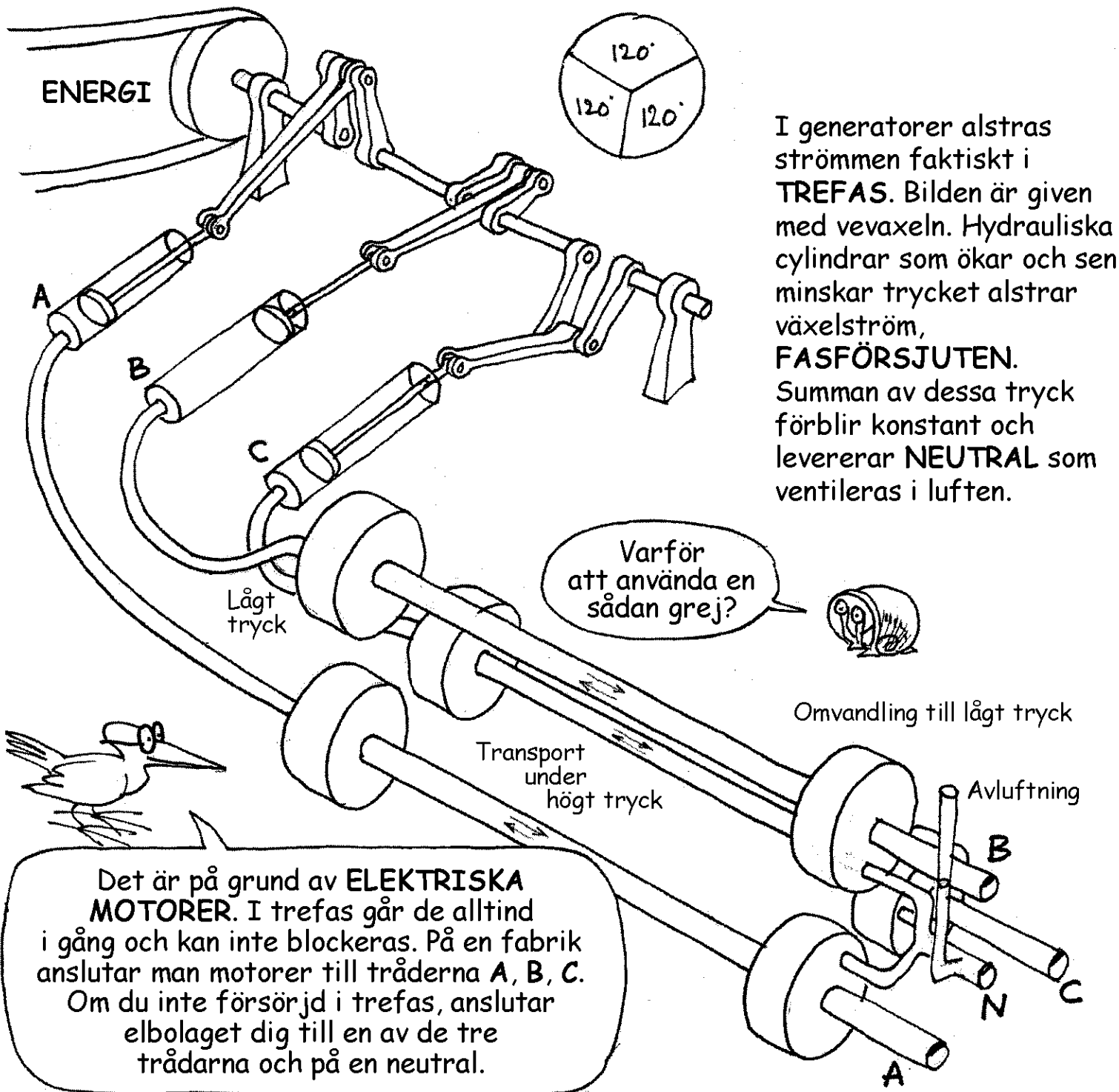
På så sätt multiplicerades jordningarna. I användarnas hushåll finns det en annan jordning, hemjordning, den som är ansluten till alla "riskenheter" (till ex tvättmaskin).



Om du tittar på högspänningsledningarna ser du tråden som tjänar som åskledare, högst uppe. Men trådarna som för strömmen går i tre.



Det är något annat!



I generatorer alstras strömmen faktiskt i **TREFAS**. Bilden är given med vevaxeln. Hydrauliska cylindrar som ökar och sen minskar trycket alstrar växelström, **FASFÖRSJUTEN**. Summan av dessa tryck förblir konstant och levererar **NEUTRAL** som ventileras i luften.



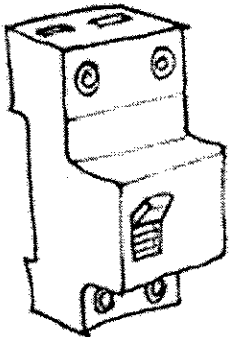
Det är på grund av **ELEKTRISKA MOTORER**. I trefas går de alltind i gång och kan inte blockeras. På en fabrik anslutar man motorer till tråderna A, B, C. Om du inte försörjd i trefas, anslutar elbolaget dig till en av de tre trådarna och på en neutral.



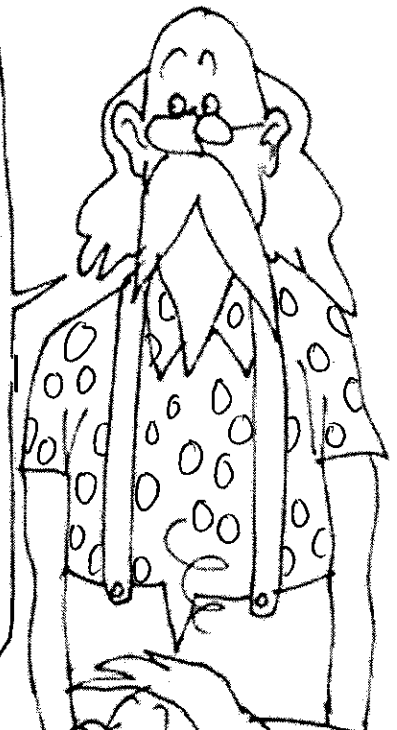
Det var det. Om du hängde med allt det här, är du av de få lyckliga som förstod vad **TREFAS** är för någonting.



EPILOG



För att vara komplet ska vi avsluta med att nämna **JORDSFELBRYTAREN**. Det är en elektromagnetisk anordning som kontrollerar absolutvärden strömmarna i fas och neutral när en anläggning börjar försörjas med elektricitet. Om apparaten upptäcker en skillnad på mellan 10 och 20 milliamper, betyder det att det finns en läcka någonstans och den stänger av strömmen.



Ett stort tack till min gamle vän Jacques Lagalland, utan vilken skulle jag aldrig klara av detta album.

