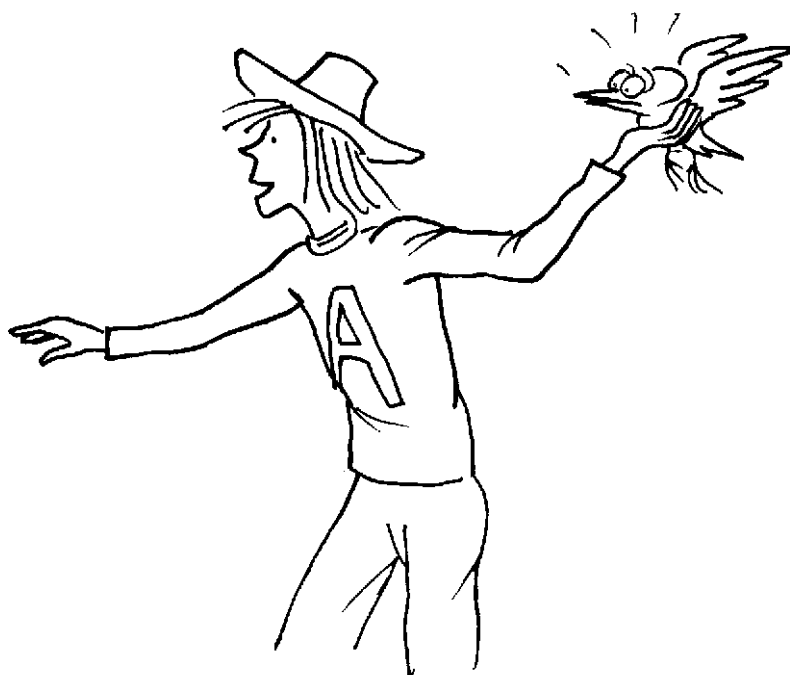


Savoir sans Frontières

Anselmi Lanturlun seikkailut

IMUPUHALLIN

Jean-Pierre Petit



1

Kääntänyt: Teresa Rosenberg

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



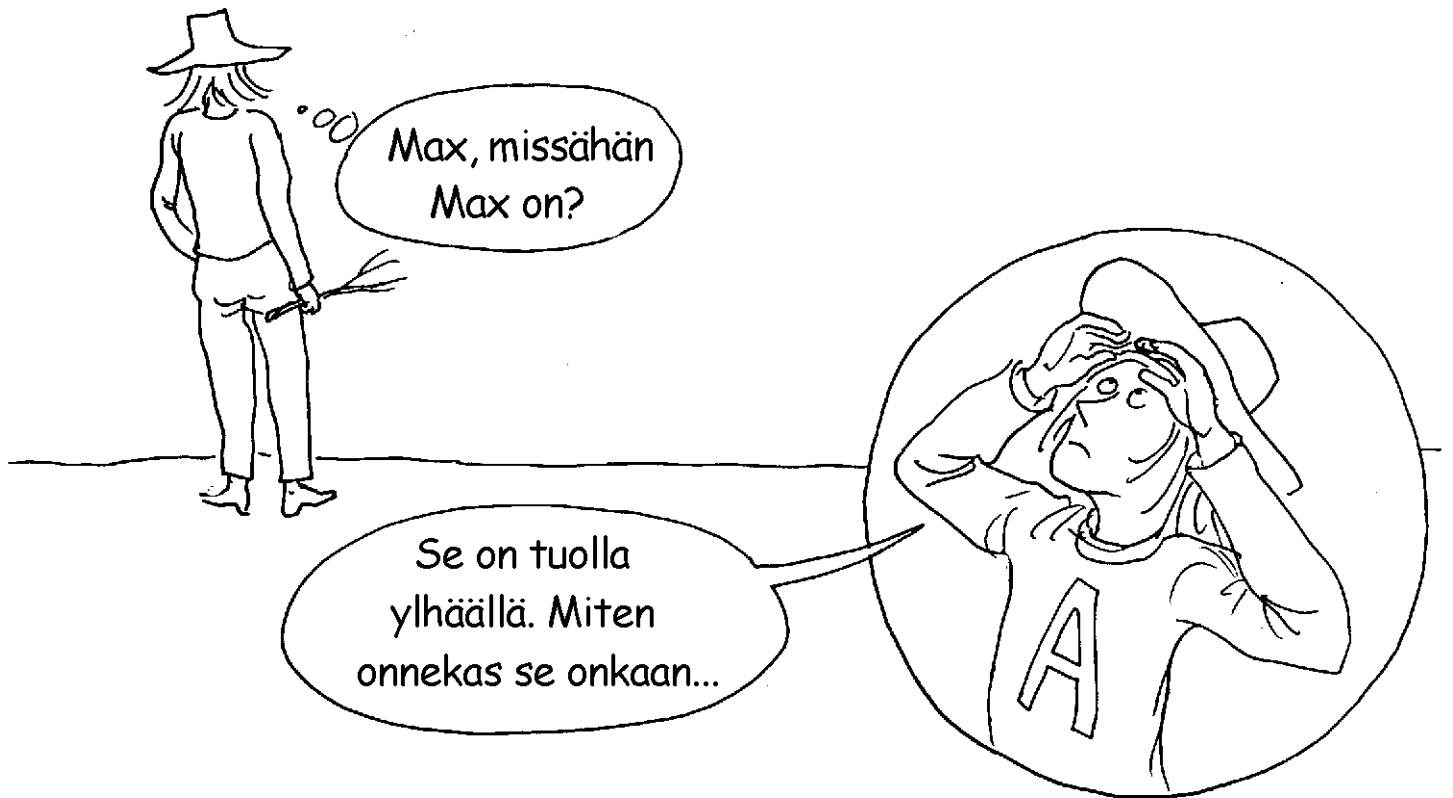
... ymmärrättehän, että
jos ilman aiheuttamaa kitkaa
ei olisi, virtaus rungon ympäril-
lä olisi täysin erilainen
eikä antaisi koneelle
kantavuutta...

PROLOGI:

Eräänä aamuna Anselmi Lanturlu heräsi erittäin nyrpeänä.



Anselmi tunsi olonsa surulliseksi ja tyhjäksi. Maakin oli tavallista litteämpi, ja päivät muistuttivat toisiaan kuin kaksi sadepisaraa.





Lentää?
Voi taivas!

Max, sinä saat luvan opettaa minua lentämään. Keksimme kyllä keinon. Olen saanut tarpeekseni maan päällä matelemisesta!

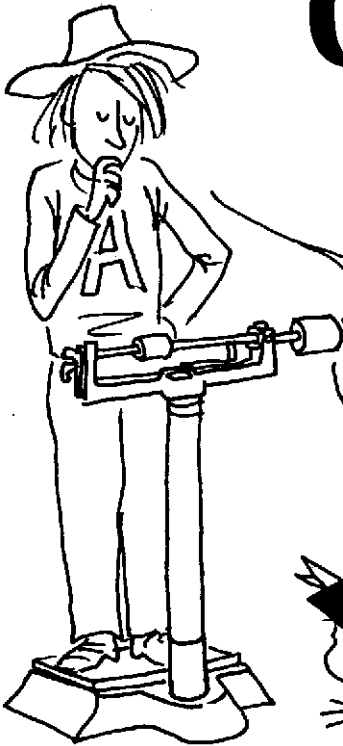


Katso, nostan ensin yhden jalan. Ja jos nyt nostan toisen tarpeeksi nopeasti, niin ehkä minä...

Se johtuu varmaan kaikesta tästä ilmasta, joka painaa minut takaisin alas.

Päinvastoin! Arkhimedeen lain mukaan ilmanpaine itse asiassa vähentää painoasi 80:llä grammalla.

OLIPA KERRAN ARKHIMEDES



Tarkoitatko, että kun punnitsen itseni, vaaka ei ilmanpaineen takia näytäkään oikeaa painoani?



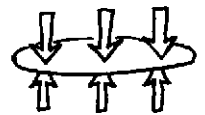
Juuri niin. Oikeasti olet 80 grammaa painavampi.



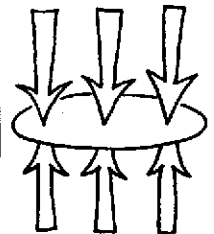
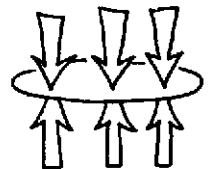
Arkhimedeen laki... siitä puhutaan ja puhutaan, mutta mistä siinä oikeastaan on kyse?

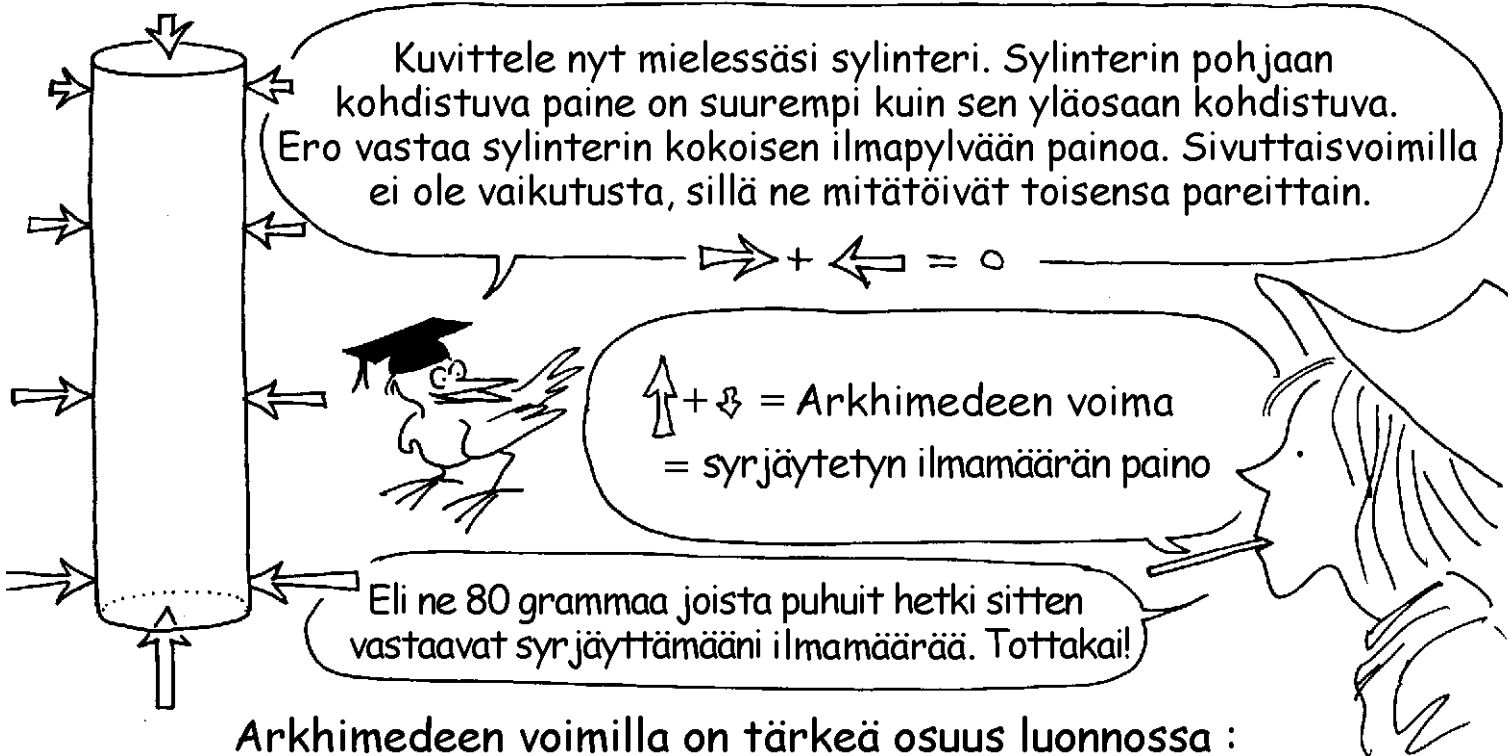


Kuvittele mielessäsi ilmakehässä leijuva levy. Sen yläpuolella oleva ilmasylvä painaa levyn ylemmää puolta. Mitä korkeampi tämä sylvä on, sitä suurempi voima kohdistuu levyyn. Mutta yhtä suuri ja päinvastainen voima painaa levyä alapäin, ja nämä vastakkaiset voimat mitätöivät toisensa.



Nesteeseen upotettuun levyyn vaikuttavia voimia:





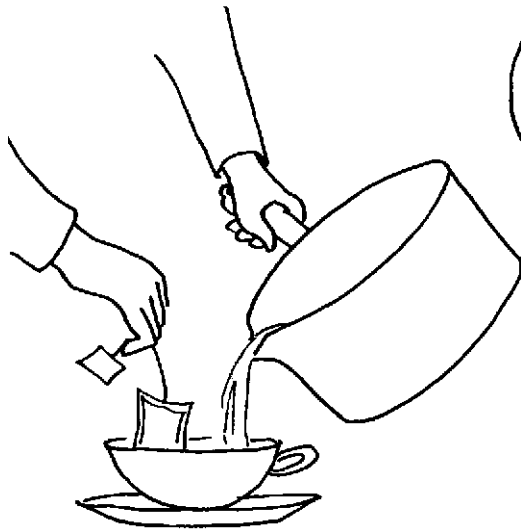
KONVEKTIO- VIRTAUKSIA

Kahdeksankymmentä grammaa... sillä ei pitkälle lennetä...





Kas, vesi kiehuu jo!
Olipa tehokasta.



Mutta tämä teehän
on aivan kylmää!

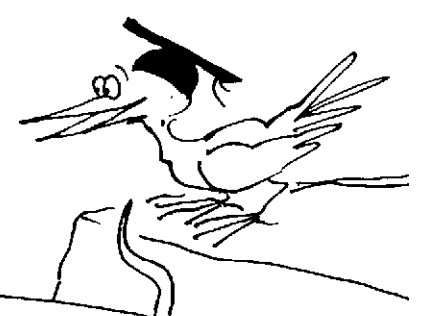
Ja niin on
kattilassa oleva
vesikin!

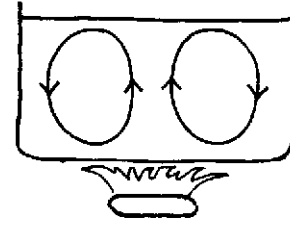
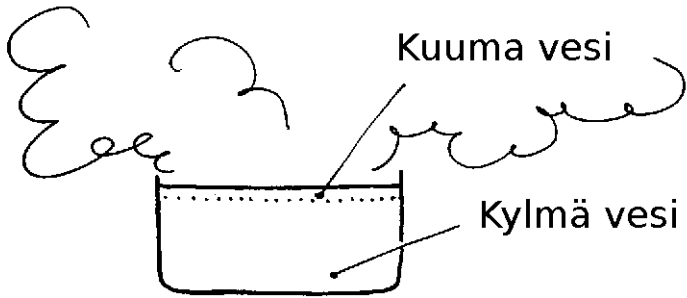


En usko silmiäni.
Tämä vesi kiehuu vielä
hetki sitten!



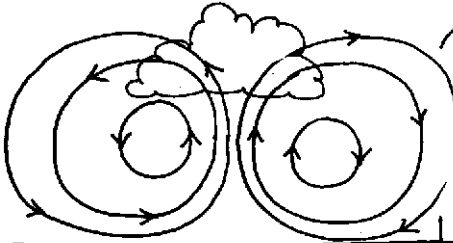
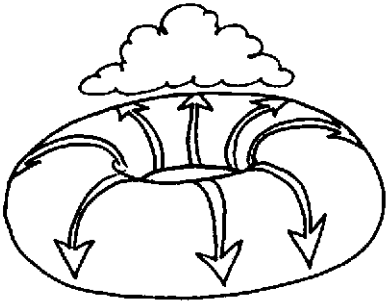
Lämmität pelkkää pintakerrosta,
jonka tiheys pienenee lämmitessä ja
joka tästä syystä kelluu. Siinä kaikki.





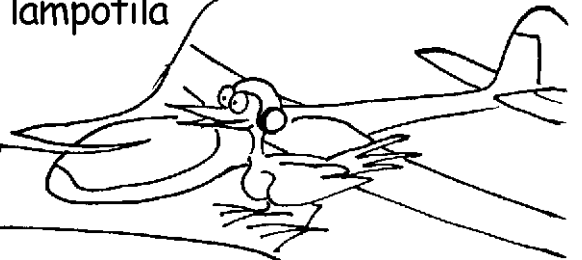
Jos sitä vastoin lämmität vettä altpäin, se laajenee ja, tiheydeltään pienempänä, nousee ylöspäin. Saavuttuaan pinnalle, vesi jäähtyy, tihenee ja laskeutuu kattilan reunoja myöten. Tämä on LUONNOLLINEN KONVEKTIO.

Sama ilmiö esiintyy ilmakehässä. Tietty kohdat maan pinnalla kuumenevat auringossa toisia helpommin. Näiden kohtien yläpuolella ilma on erittäin kostea (mitä lämpimämpää ilma on, sitä enemmän vesihöyryä se pystyy pitämään sisällään). Siksi se laajenee ja alkaa nousta ylöspäin. Korkeuksissa, ilman jäähtyessä, vesihöyry tiivistyy pisaroiksi, muodostaen täten kauniin KUMPUILVEN.



KUUMA PISTE

Tämä ilmiö sekoittaa ilmaa ja tasoittaa sen lämpöeroja. Muuten lämpötila maan pinnalla nousisi satoihin asteisiin.



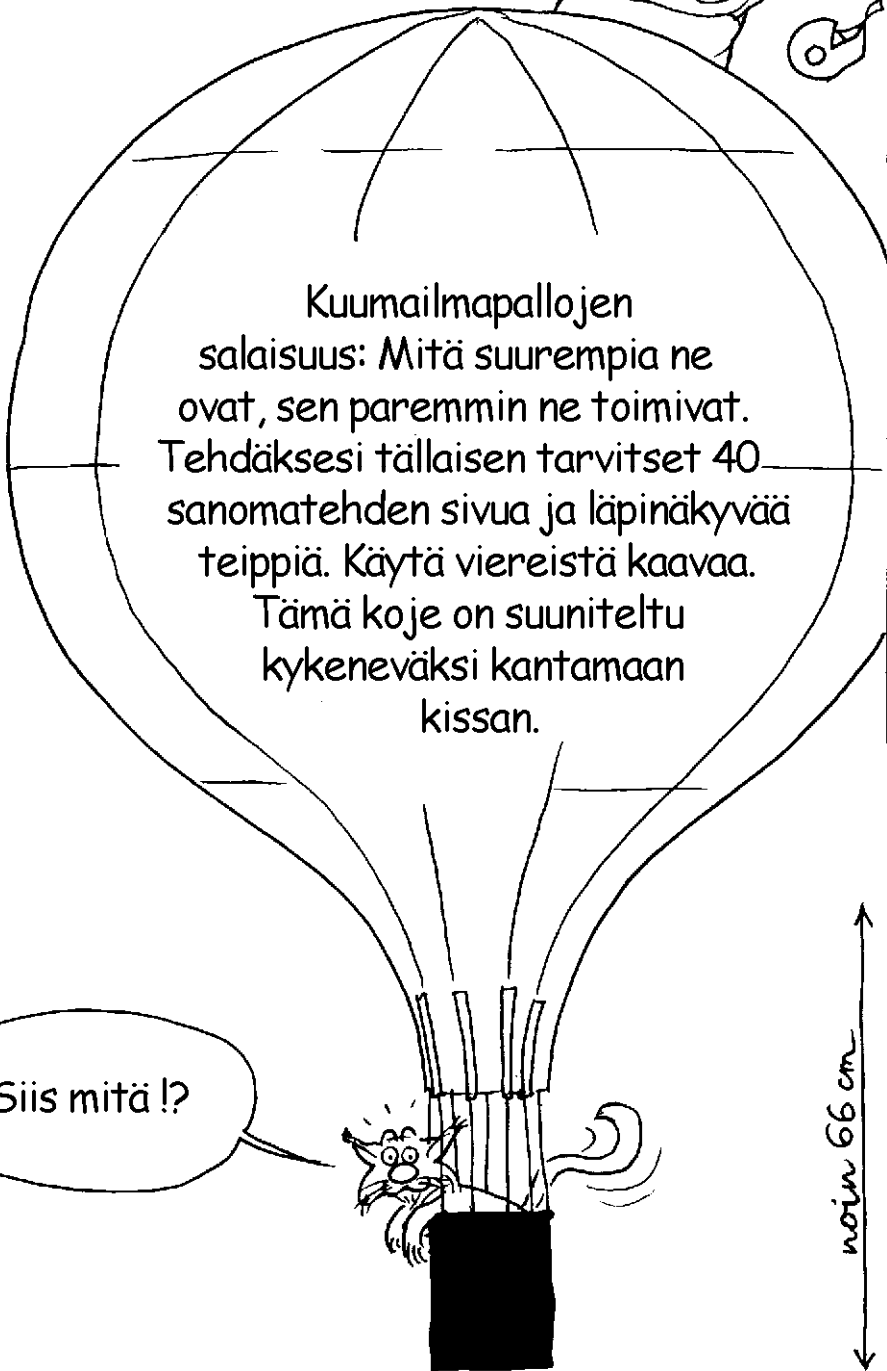
Jos tarttuisin tuollaiseen lämminilmakuplaan, pystyisin ehkä lentämään... ?



Varo, mihin astut, kömpelys!

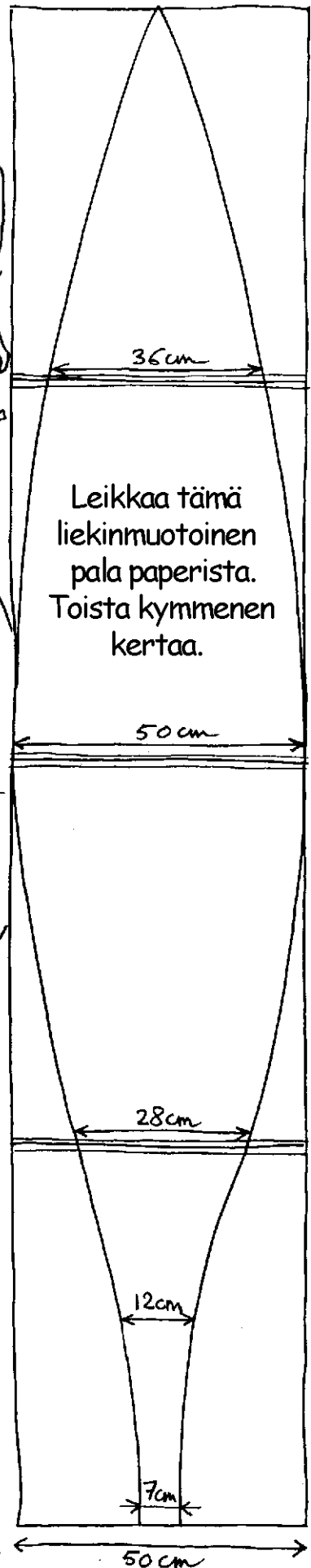


ILMAA KEVY- EMMÄT



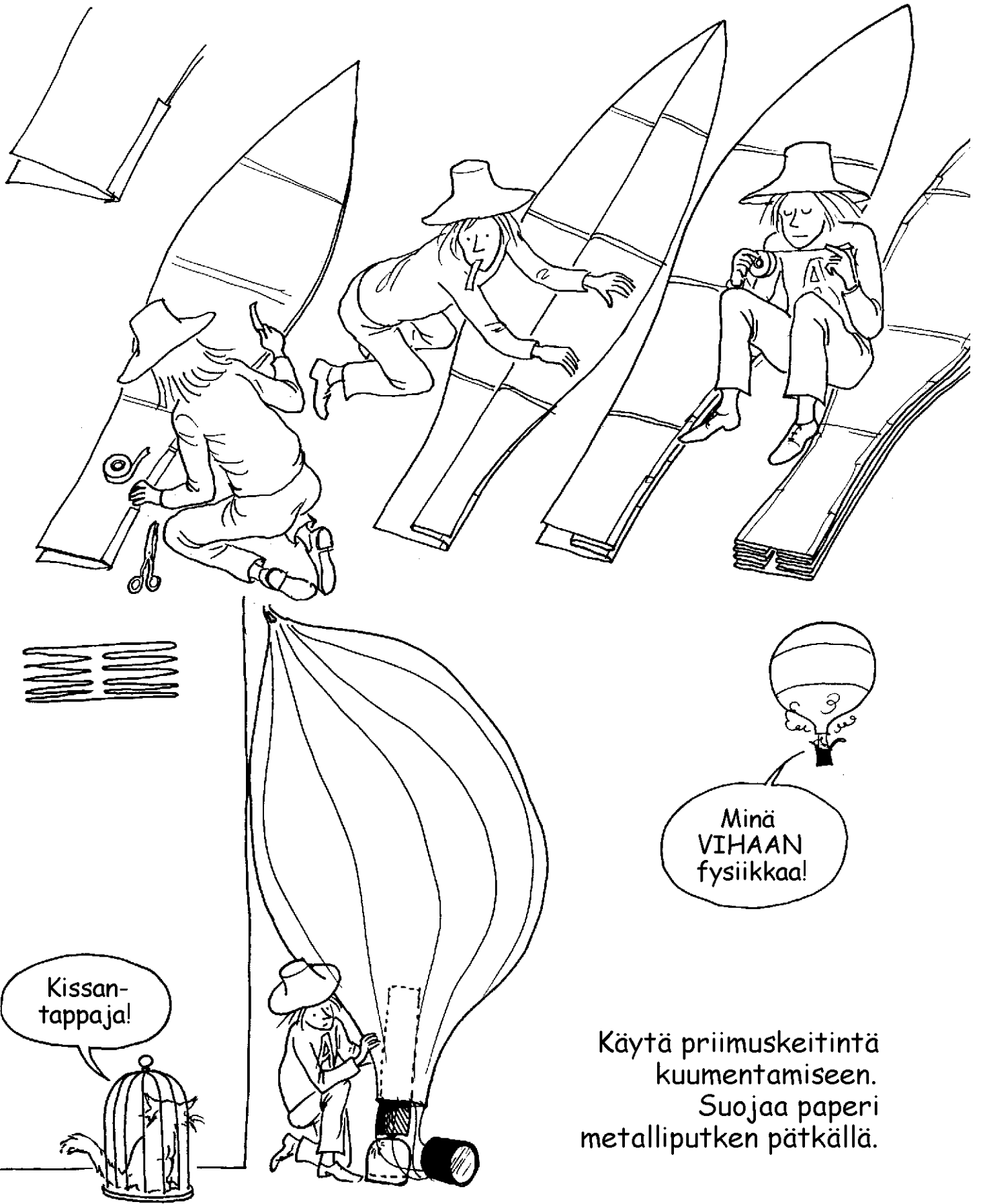
Kuumailmapallojen salaisuus: Mitä suurempia ne ovat, sen paremmin ne toimivat. Tehdäksesi tällaisen tarvitset 40 sanomalehden sivua ja läpinäkyvää teippiä. Käytä viereistä kaavaa. Tämä koje on suunniteltu kykeneväksi kantamaan kissan.

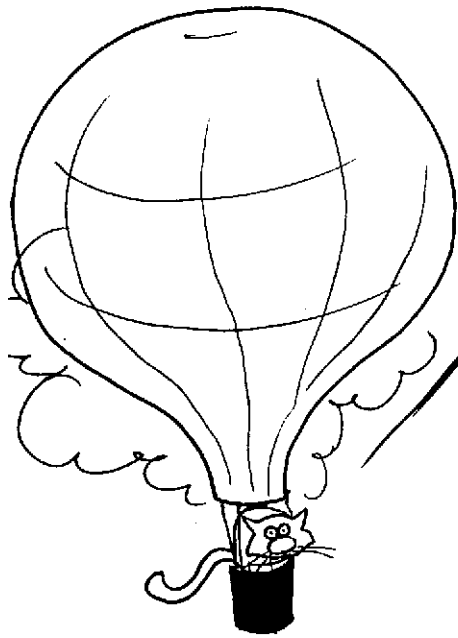
Siis mitä!?



Neljä kaksinkertaista sanomalehden sivua, liitetty yhteen teipin avulla.

Näin Anselmi laittaa kasaan kuumailmapallonsa :





Tätä ei yksikään kissa ole
tehnyt ennen minua!




Paperiunelmia...
Minua tämä ei nosta
kovinkaan korkealle. Sitäpaitsi,
tämä koje on tuulten armoilla.
En voi ohjata sitä
minne haluan.

Kerrohan, Max, mikä on
lentämisen salaisuus?



Pidähän
kiirettä, en
jaksakaan enää!







Ei voi mitään, se ei vain onnistu. Jotain on jäänyt minulta huomaamatta...




Voi sentään...



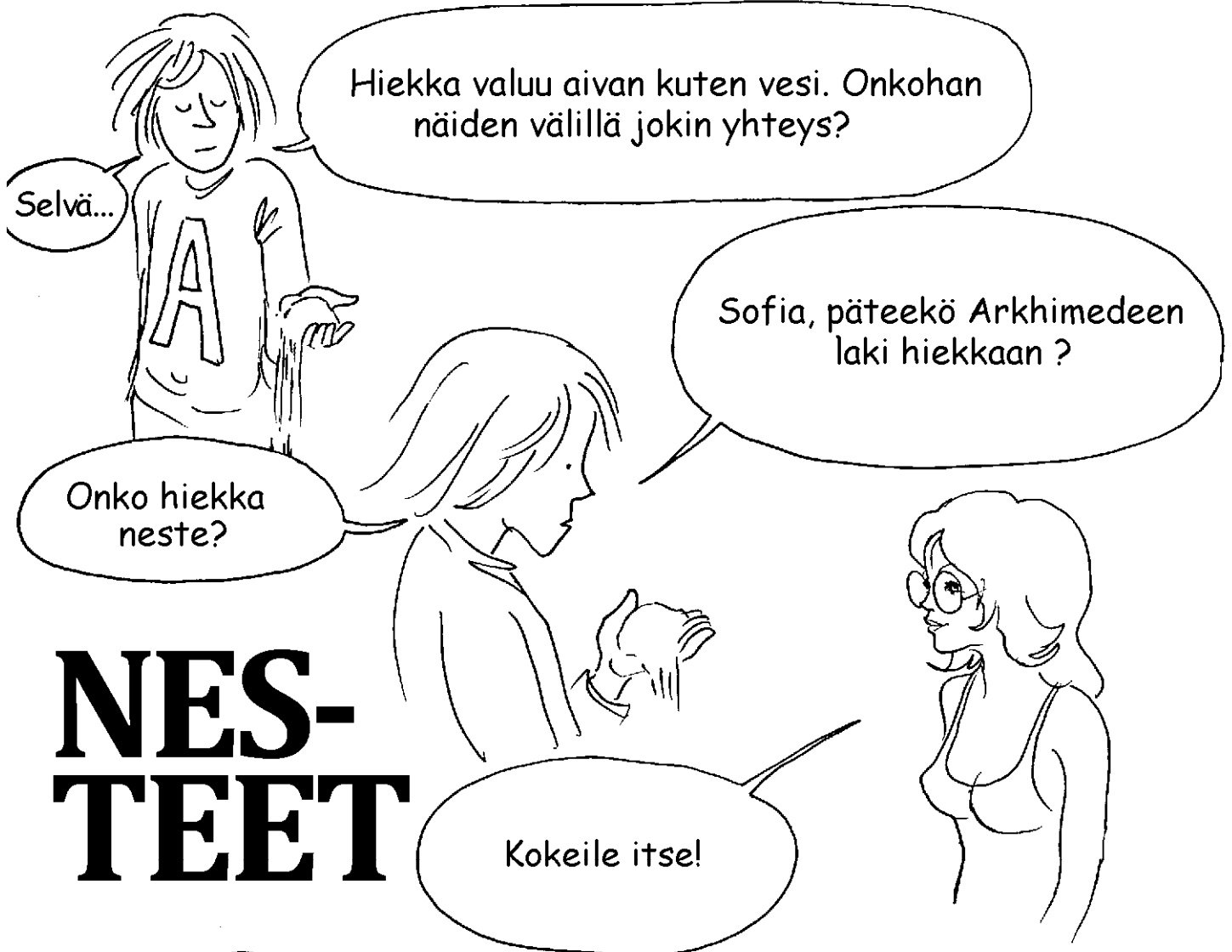
Anselmi, pystyäksesi lentämään, sinun täytyy ensin tutustua NESTEIDEN MEKANIikkaAN. Lentäminen ei ole niin yksinkertaista!



Mitä neste tarkalleen ottaen on? Jotain valuvaako?



Kyllä, niinkin sen voi sanoa. Mutta sekin on monimutkaisempaa kuin kuvittelet.



Selvä...

Hiekka valuu aivan kuten vesi. Onkohan näiden välillä jokin yhteys?

Sofia, päteekö Arkhimedeen laki hiekkaan?

Onko hiekka neste?

NES- TEET

Kokeile itse!

Noniin, minulla on tässä kolikko ja pöytätennispallo. Jos hiekka on neste, Arkhimedeen lain mukaan näihin esineisiin pitäisi hiekkaan upotettuina kohdistua ylöspäin suuntautuva noste, joka vastaa siirretyn hiekkamäärän painoa.

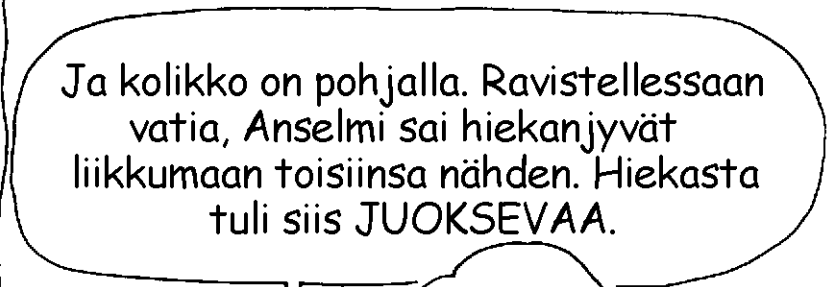
Huh huh!



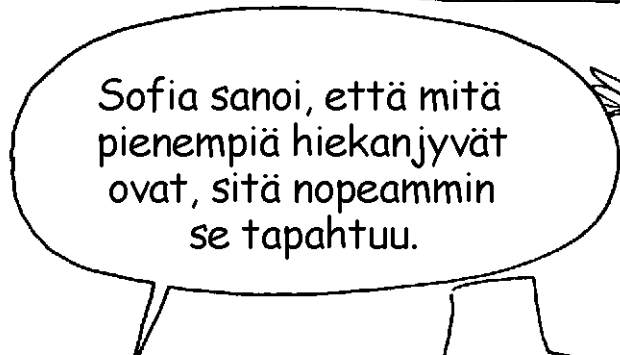




Kappas, pallo on noussut pintaan...



Ja kolikko on pohjalla. Ravistellessaan vatia, Anselmi sai hiekanjyvät liikkumaan toisiinsa nähden. Hiekasta tuli siis JUOKSEVAA.



Sofia sanoi, että mitä pienempiä hiekanjyvät ovat, sitä nopeammin se tapahtuu.



Eli NESTE on jonkin sortin hiekkaa, jonka hyvin hienot jyvät pystyvät helposti liukumaan toisiansa vasten ?!



Sofia sanoi, että tämä on miten Lucretius ensimmäisellä vuosisadalla e.Kr. tuli ajatelleeksi ATOMIEN olemassaoloa.

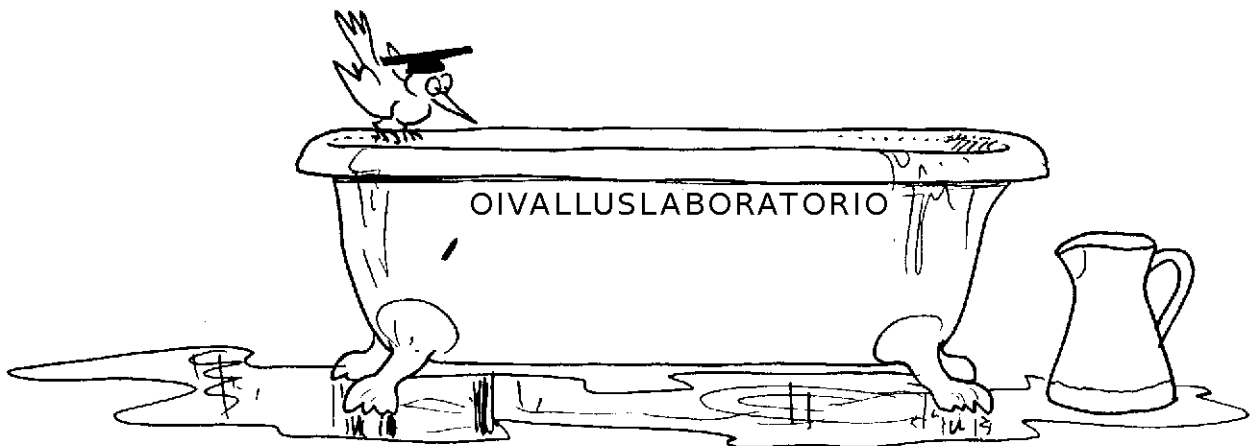
(Maailmankaikkeudesta)



Sofia tietää aina kaiken muita paremmin!



(*) Lasi tosiaan on erittäin viskoosia NESTETTÄ.





Katsohan, Anselmi, ymmärtääksesi jotain nestettä, sinun tulee alkajaisiksi pitää mielessäsi että kyseessä on kasa molekyylejä, jotka ovat kuin pieniä toistensa ympäri pomppivia ja liukuvia palloja. Tätä kutsutaan MOLEKYLÄÄRISEKSI KAAOKSEKSI.

Antaa kaaoksen tulla!



Jokaisessa hengittämässämme kuutiosenttimetrissä ilmaa on kaksikymmentä triljoonaa tuollaista palloa. Nämä molekyylit ovat niin pieniä, ettei niitä voi nähdä edes kaikkein tarkimmalla mikroskoopilla.

TIHEYS



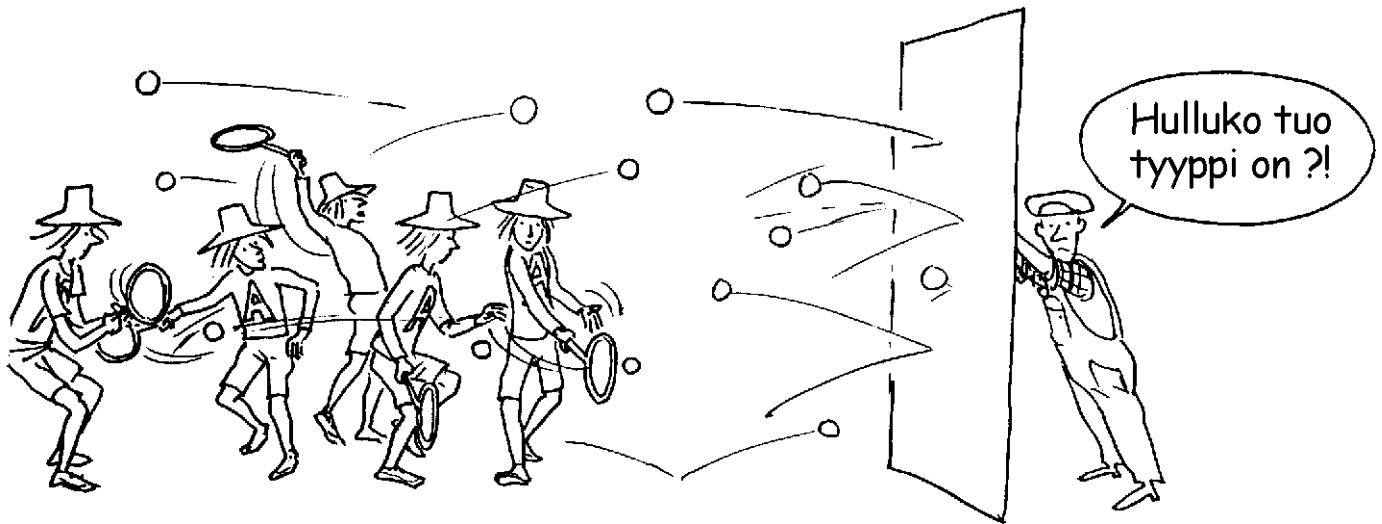
MINÄ en vmmärrä!

Tiheyden käsite on niin intuitiivinen, että melkein päätimme olla puhumatta siitä.

Se on molekyylin lukumäärä tilavuusyksikköä kohden.

PAINE :

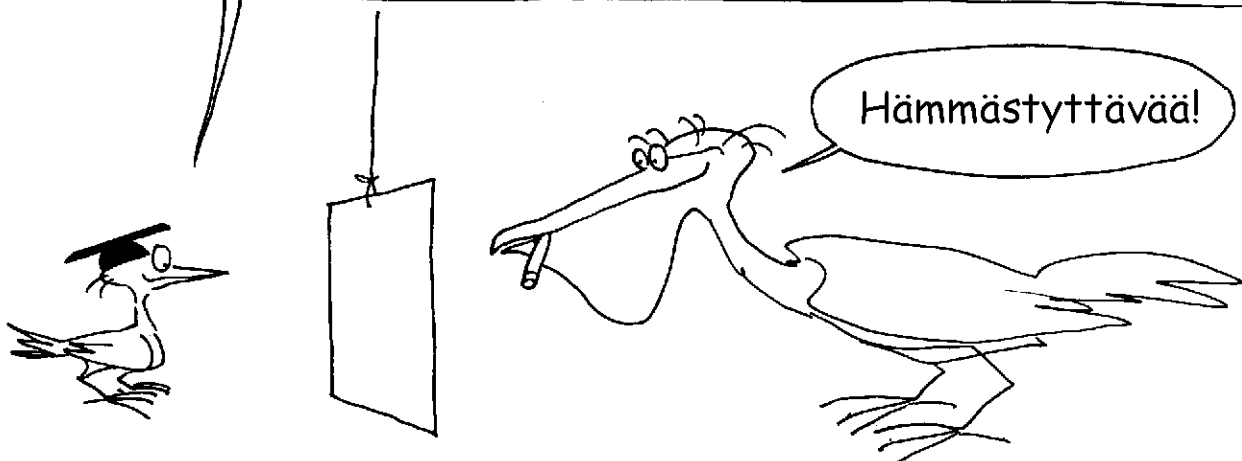




Juuri nämä lukemattomat seinään kohdistuvat molekyyli-törmäykset aiheuttavat ilmiön, jota kutsumme PAINEEKSI.

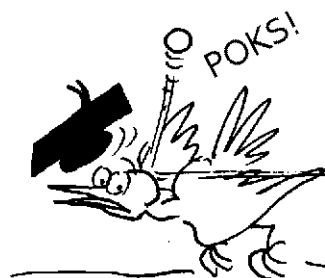
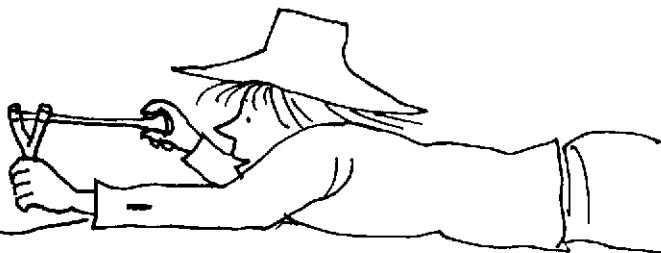


Se pysyy paikallaan, koska sen kummallekin puolelle kohdistuvat molekyylien törmäykset mitätöivät toisensa.



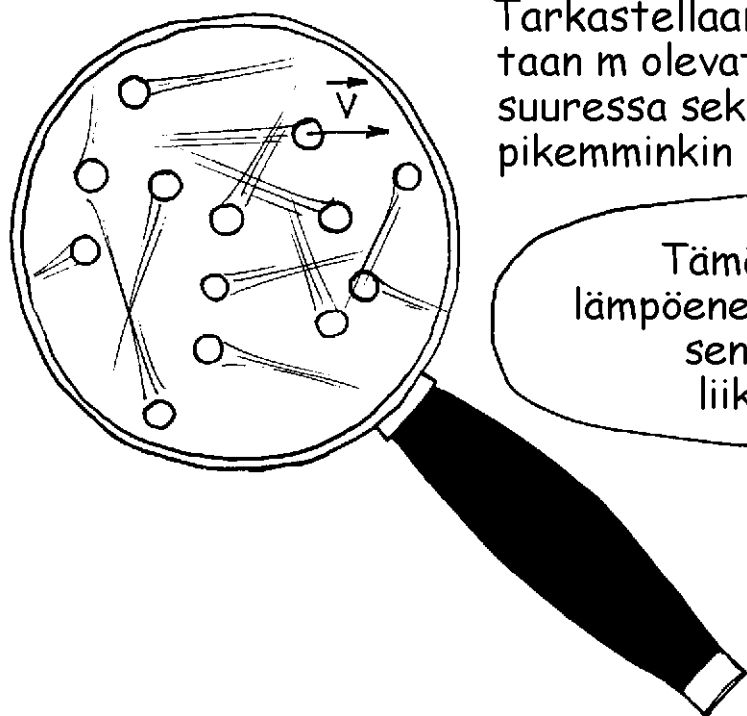
KINEETTINEN ENERGIA eli LIIKE-ENERGIA:

Esineellä, joka on
massaltaan m ja joka
liikkuu nopeudella V ...



...on määritelmän mukaan
kineettistä energiaa $\frac{1}{2} mV^2$.

LÄMPÖENERGIA:



Tarkastellaan vähän tätä kaasumöykkyä. Massaltaan m olevat molekyylit pomppivat ympäriinsä suuressa sekamelskassa. Niiden liikenopeus, tai pikemminkin lämpöliikenopeus, on V .

Tämän kaasumöykyn, eli systeemin, lämpöenergia on yksinkertaisesti kaikkien sen muodostavien molekyyliden liike-energian $\frac{1}{2} mV^2$ summa.



LÄMPÖTILA :



Kaasun ABSOLUUTTINEN LÄMPÖTILA, T , on YHDEN kaasussa olevan molekyylin $\frac{1}{2} mV^2$:n (liike-energian) mitta.

Johtokunta



Sitä alemmas lämpötila ei voikaan laskea. Ei voi liikkua vähempää kuin ollessaan täysin liikkumatta, eihän?

Ei molekyylien liikkuvuutta, ei seinämiin törmäilyä. Joten ei enää painetta!

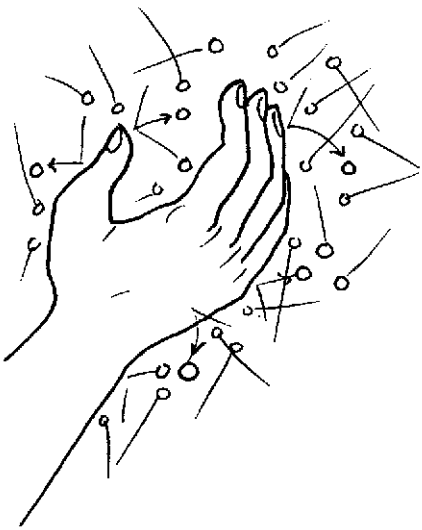
No nyt tajusin!



Kerrataanpa lyhyesti:
Mitä enemmän molekyyliä on, sitä enemmän ne liikkuvat eli lämpenevät, ja sitä suurempi on kaasun paine.

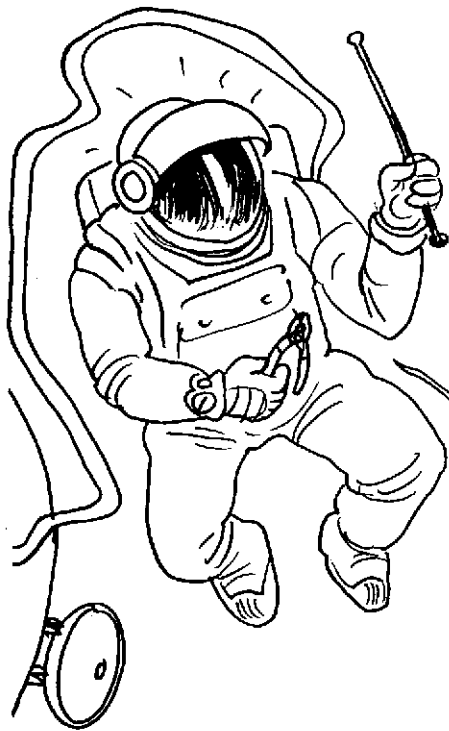


LÄMPÖ



Nesteeseen asetettuun esineeseen kohdistuu loputon määrä molekyylien mikrotörmäilyjä. Täten molekyylit voivat keskenään välittää tai vaihtaa energiaa eli LÄMPÖÄ. Kyky välittää lämpöä kasvaa nesteen tiheyden mukaan.

Tästä syystä vesi johtaa lämpöä ilmaa paremmin.



"Kävellessään" avaruudessa, astronautti liikkuu erittäin harvassa ilmassa (kymmenen molekyyliä neliösenttiä kohti.) Molekyylien kiihtyvyyys vastaa 2500°C . Kuitenkaan tämä ilma ei polta astronauttia, koska sen tiheys on liian pieni johtaakseen lämpöä tehokkaasti.

2500 °C ja minä jäädyn!

Lämpötila on korkea, mutta lämmön virtaus on mitätön.

KOKONAIS-ENERGIA:



Tässä on kokonaisuus, eli systeemi, joka sisältää N molekyyliä ja jonka lämpötila on absoluuttinen, eli T .

Anselmi heittää kaasupullon antaen sille KOKONAISNOPEUDEN v .

Tätä kokonaisnopeutta v vastaa kokonaisliike-energia $\frac{1}{2} Mv^2$, jossa M on pullon sisältämän kaasun kokonaismassa.



Tarkoitatko, että on olemassa kahdenlaista liike-energiaa?

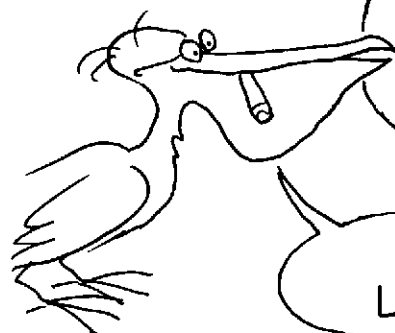


Kyllä ja ei... Pullon sisältämällä molekyyliysteemillä on totaalienergia, joka on sen kokonaisenergian ja lämpöliike-energian summa.



Nestemekaniikka on tosiaan himpuran monimutkaista!

Haluatko lentää?
Opettele siis lentämään!



Hyvä on... Kirjan mukaan molekyyliysteemissä voidaan muuntaa lämpöliike-energiaa kokonaisenergiaksi.

Toisin sanoen,
LÄMMÖSTÄ LIIKKEEKSI.

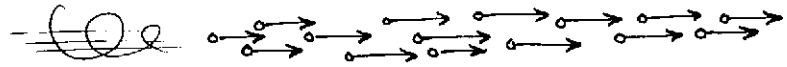
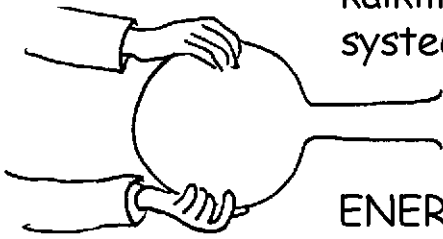




ENERGIAN SÄILYTTÄMINEN :



Jos muunnos LÄMMÖSTÄ LIIKKEEKSI on täydellinen, kaikilla molekyleillä on sama (kokonais-)nopeus v , ja systeemin energia on kokonaisenergia $N \times \frac{1}{2} mv^2$.



ENERGIAN SÄILYMISPERIAATTEEN mukaan systeemin totaalienergia, eli kokonaisenergian sekä kiihtyvyyden (lämpö-)liike-energian summa, on tässä prosessissa VAKIO.

Johtokunta

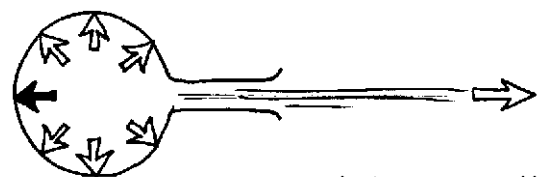
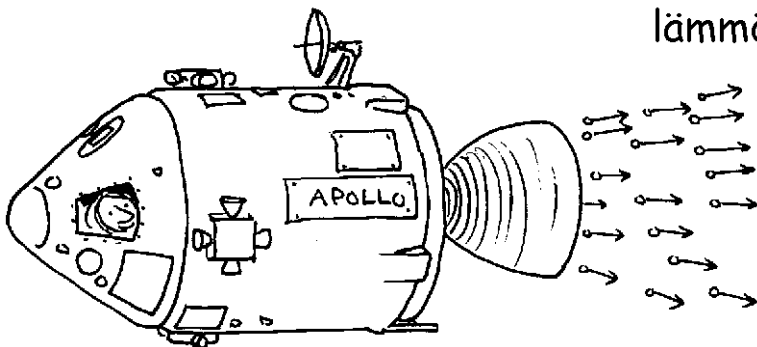
Eli, jos ymmärsin oikein, tässä täydellisen leviämisen erityisessä tapauksessa energian säilyminen antaa meille kaavan $N \times \frac{1}{2} mV^2 = N \times \frac{1}{2} mv^2$. Joten $v = V$?

Aivan oikein!

Yksi tapa soveltaa tätä lämpöenergian muuntumista kokonaisliike-energiaksi on

REAKTIO-TYÖNTÖVOIMA

Raketin moottorin hormi, "munakuppi", mahdollistaa muodollaan tehokkaimman mahdollisen muunnoksen lämmöstä liikkeeksi. Työntövoima aiheutuu siitä, että kaasun vapautuessa raketin runkoon kohdistuva paine



ei enää olekaan nolla.

Nyt tajusin!

Lentääkseen ei ilmeisesti tarvitse
kun puhaltaa ilmaa alaspäin.

Kokeilkaamme...

Höh, eipä ole kovin
tehokasta...

Katso, Anselmi, lintujen siivet eivät
ole sateenvarjon muotoisia. Haluat aina
ymmärtää kaiken saman tien. Sinun
pitää jatkaa...

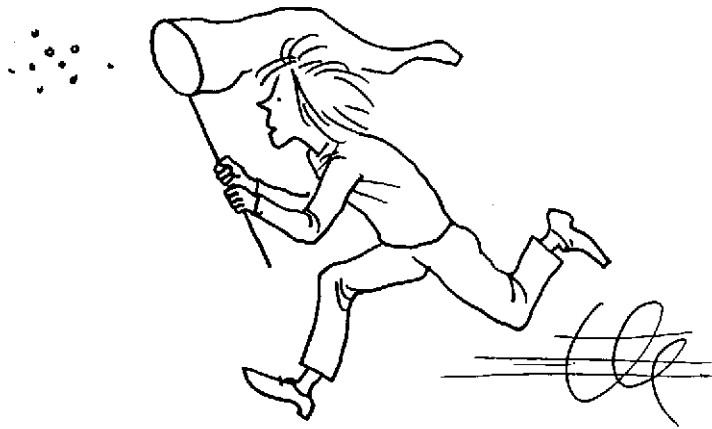
Olet oikeassa,
Sofia.

Onpa
kauniin
kurvikas!

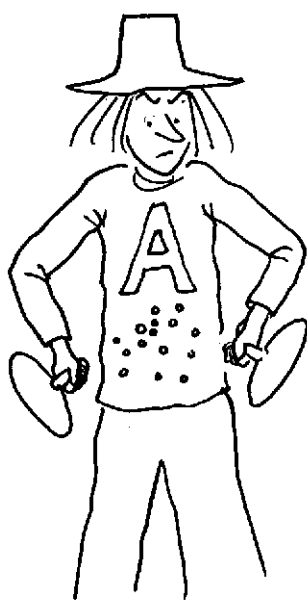
Sinunkin kurvisi
kiertyvät kauniisti...

Hmh...

TIHEYDELTÄÄN VAKIOT VIRTAUKSET



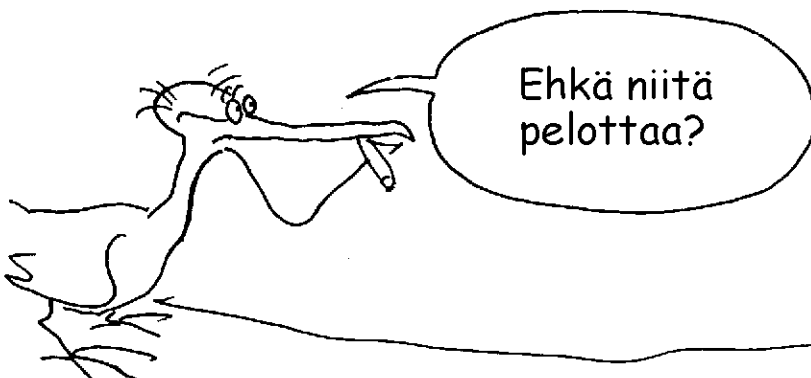
“Vapaa kuin ilma” ei ole mikään turha ilmaisu. Kaasumolekyylit kammoavat liikaa läheisyyttä ja yrittävät siksi pysytellä mahdollisimman kaukana toisistaan.



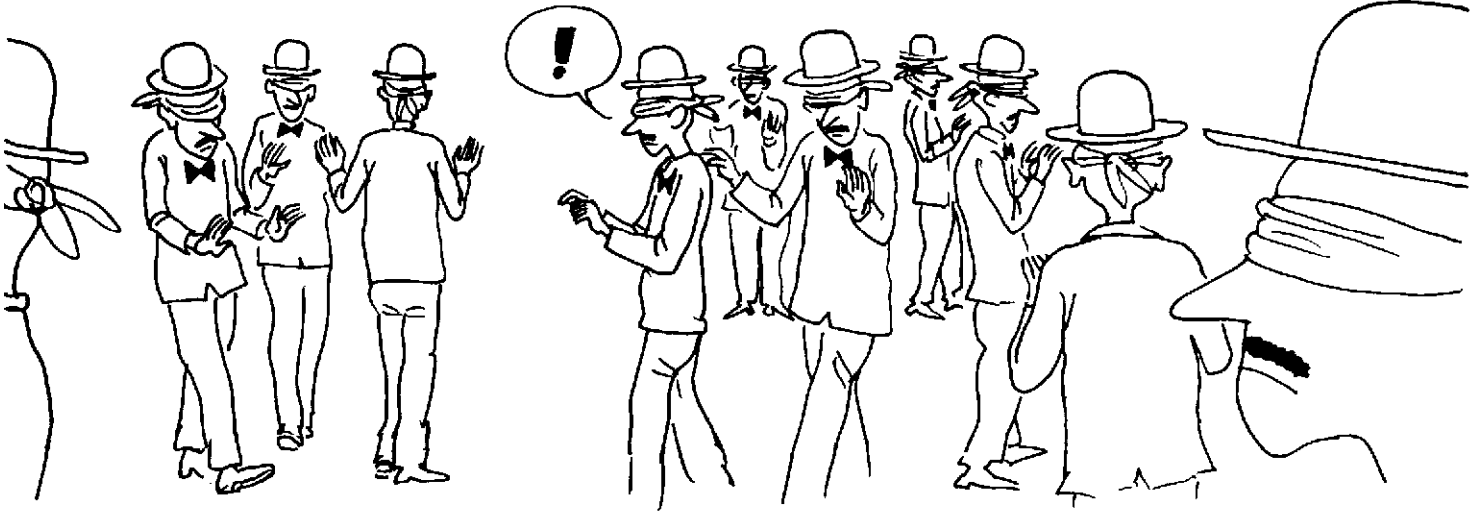
Tällä lailla en ikinä saa ilmasta tiheämpää!

Ohi meni!
Olet liian hidas!
Kyllä me huomasimme,
mitä aioit!

Mikä saa molekyylit pakenemaan mailojen lähestyessä toisiaan?



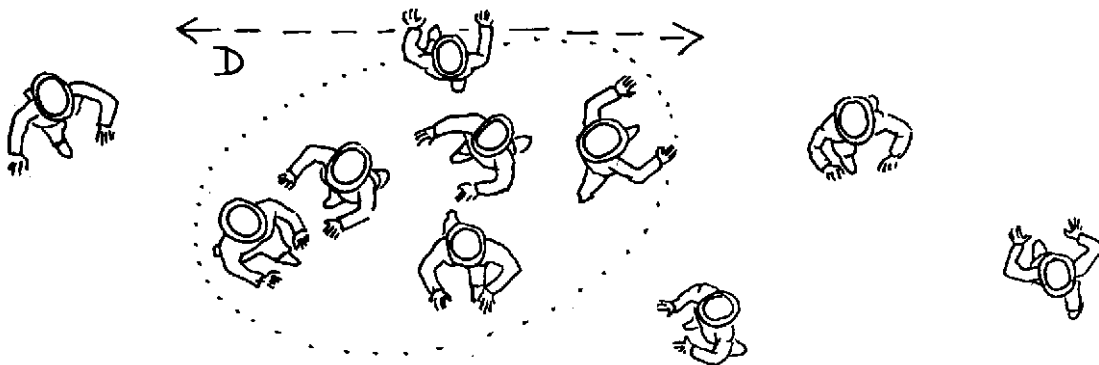
Kuvittele paikka, jossa kaikki kävelevät ympäriinsä sattumanvaraisesti silmät sidottuina. Ihmiset esittävät molekyylejä, ja heidän nopeutensa kuvastaa lämpöliikenopeutta V .



Heillä ei ole mitään erityistä päämäärää. Keskimäärin joka t :s sekunti, käveltyään matkan l , he törmäävät toisiinsa. Kutsumme l :ää **KESKIMÄÄRÄISEKSI VAPAAKSI MATKAKSI** ja t :tä **KESKIMÄÄRÄISEN VAPAAN MATKAN AJAKSI**.

Hengittämässämme ilmassa lämpöliikenopeus V on lähes 340 metriä sekunnissa. Molekyylien keskimääräinen vapaa matka on lähes senttimetrin sadastuhannesosa, kun taas yhden molekyylin kokemien törmäyksien välinen aika on vain noin sekunnin kymmenestuhannesosa.

Mikään ei edesauta näiden ihmisten kokoontumista ryhmäksi. Päinvastoin, heidän satunnainen liikkumisensa saa minkä tahansa halkaisijaltaan D olevan joukon hajaantumaan ajassa D/V .



Tämä on siis aika, jonka nämä ihmiset tarvitsevat siirtyäkseen matkan D , eli poistua ryhmästä.



Nämä ihmiset, joiden oletamme olevan myös mykkiä, eivät näe käsivarsiaan pidemmälle. Jos jokin esine ilmaantuu tämän ihmismassan keskelle nopeudella v , joka on ihmisten liikenopecta V hitaampi, nämä henkilöt pystyvät kertomaan asiasta toisilleen törmäillessään toisiinsa. Täten he pystyvät väistämään ENNEN kuin esine osuu heihin. Tieto esineestä kulkee samalla nopeudella kuin millä ihmiset liikkuvat, toisin sanoin liikenopectella V .

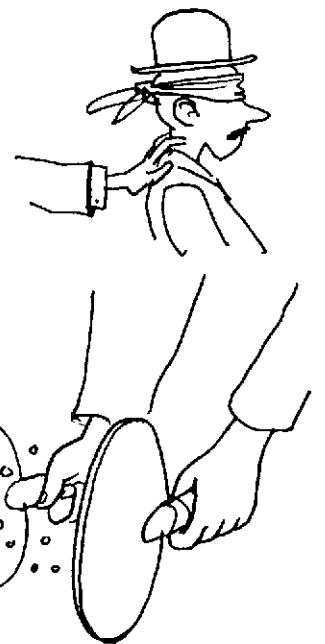
ÄÄNI

edeltää paineimpulssia TIHEYDELTÄÄN VAKIONA. Se on eräänlainen työntöaalto, joka etenee nopeudella V .

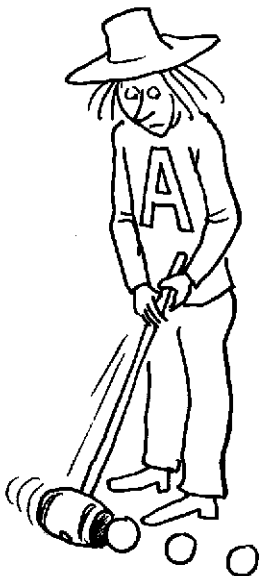


On tärkeää ymmärtää, että ääni edeltää impulssia, ei materiaa.

Ääni on PAINEAALTO.



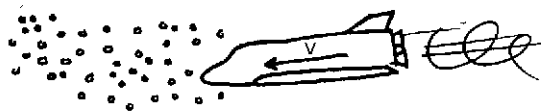
Molekyylit saavat tiedon Anselmin mailojen liikkeestä äänen nopeudella. Siksi ne voivat helposti paeta mailoja pitäen silti tiheydensä vakiona.



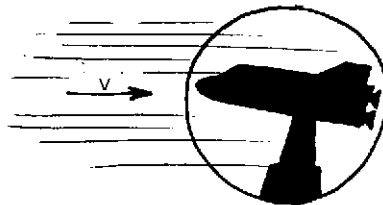
Anselmi on asettanut krokettikuulat jonoon. Hän tönäisee ensimmäistä, joka siirtää töyssyn seuraavalle... ja niin edelleen. Tämä on yksiulotteinen vertauskuva äänen etenemisestä.



Äänen käsite on SUHTEELLINEN. Täten v voi yhtä hyvin olla paikallaan olevaan nesteeseen uppoutuvan esineen nopeus...



... kuin paikallaan olevaan esineeseen törmäävän kaasun kokonaisnopeus.



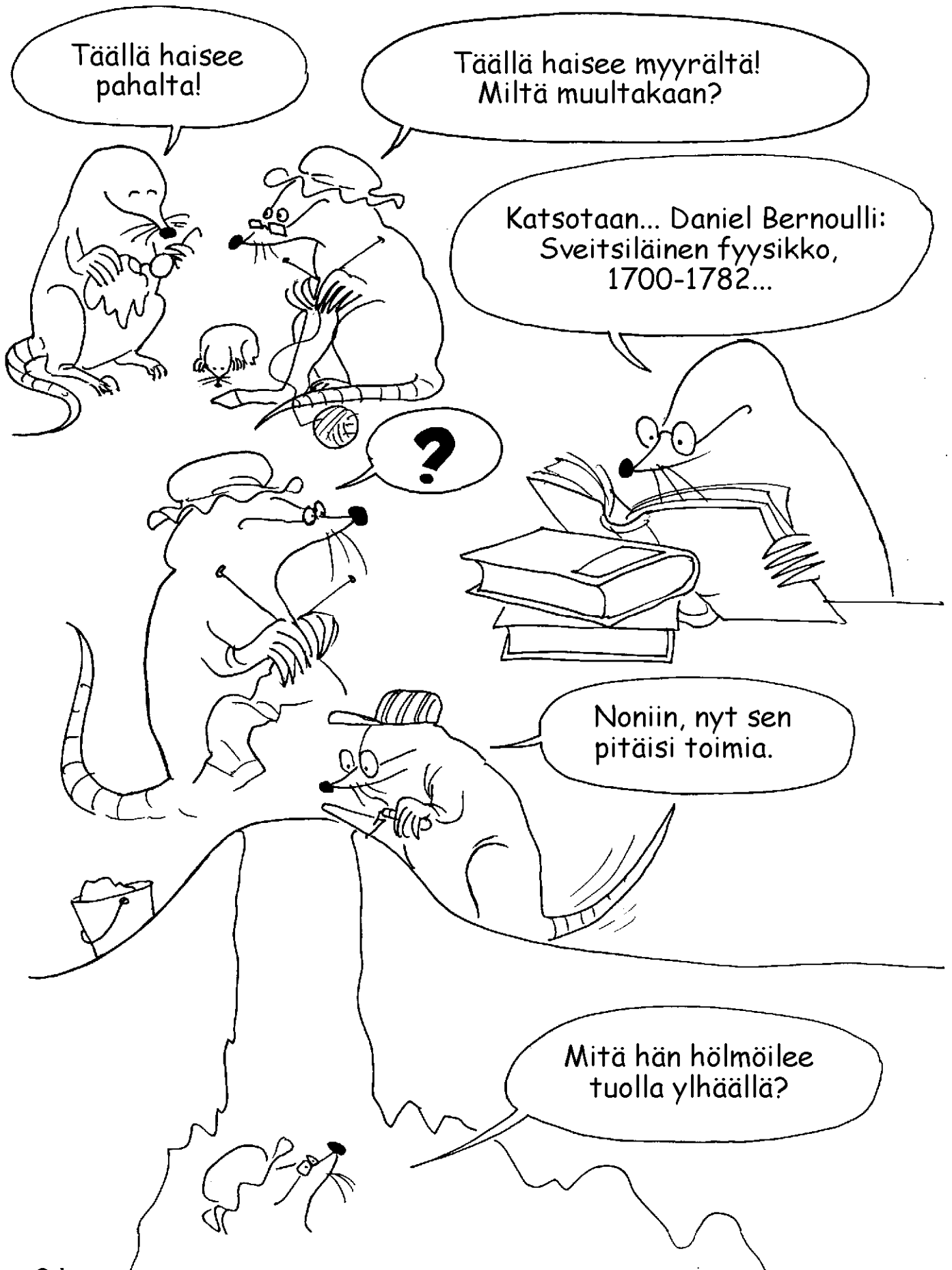
(Tuulta)

KUTSUMME SUHDETTA $m = v/V$ MÄÄRITELMÄN MUKAAN MACH-LUVUKSI. V ON ÄÄNEN NOPEUS.

JOS $v < V$, ELI JOS $m < 1$, NESTEEN SANOTAAN OLEVAN ALISOONISESSA TILASSA. VIRTAAUS TAPAHTUU VAKIOILLA TIHEYDELLÄ, JA KUTSUMME SITÄ "EPÄKOMPRESSOITAVAKSI".

Johdokunta

BERNOULLIN LAKI



Noin, nyt se on valmis.

Siis mikä on valmis?

Automaattinen tuuletusjärjestelmäni!

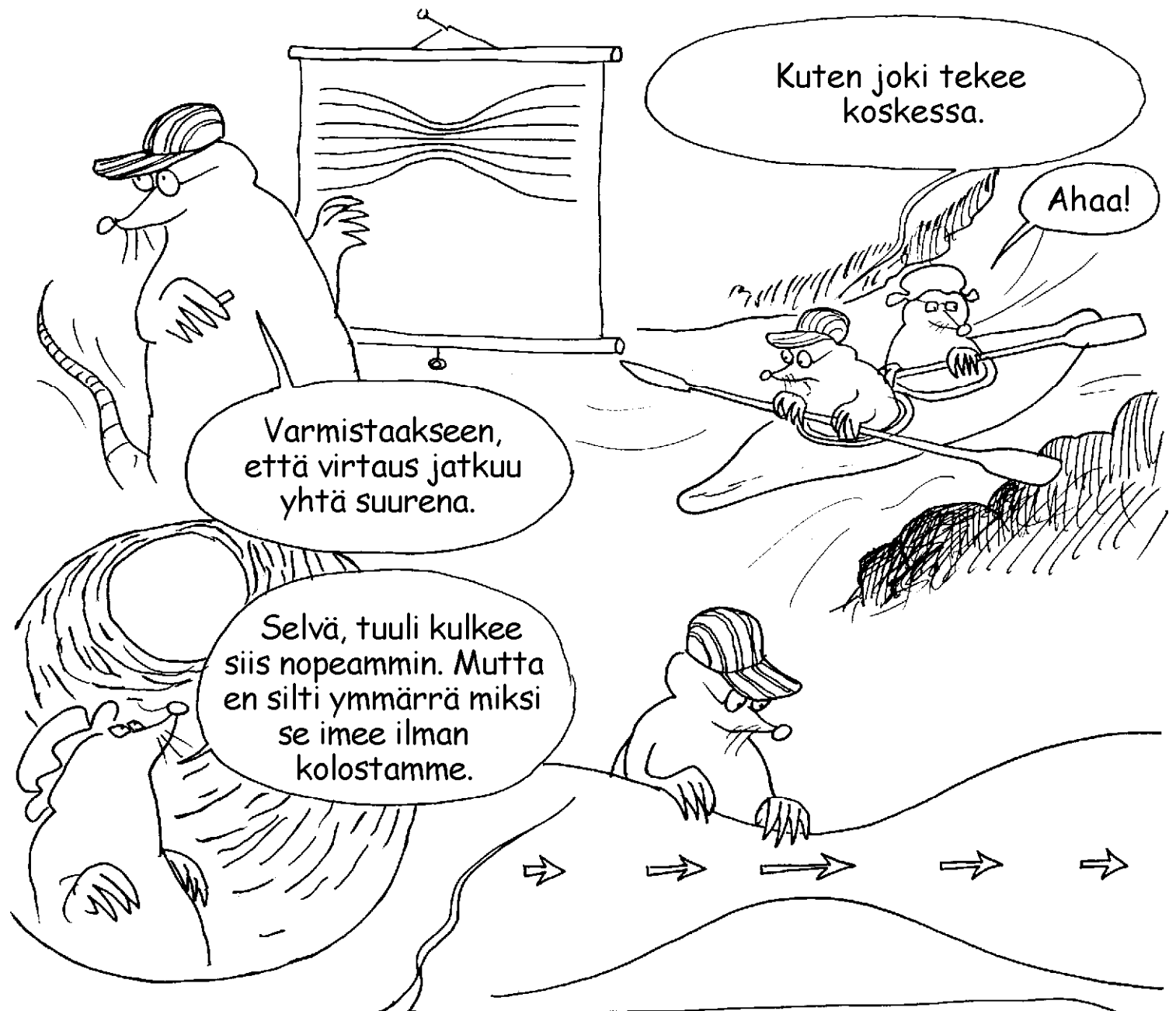
Tuuli puhaltaa. Hieno! Tunnetko imun?

?!?

Tunnen, tunnen, mutta miksi ilma imeytyy ulos pesästämme?

Kumpu on tuulen tiellä. Päästäkseen ohi, tuulen on lisättävä vauhtia.

Lisättävä vauhtia? Miksi?



Kuten joki tekee
koskessa.

Ahaa!

Varmistaakseen,
että virtaus jatkuu
yhtä suurena.

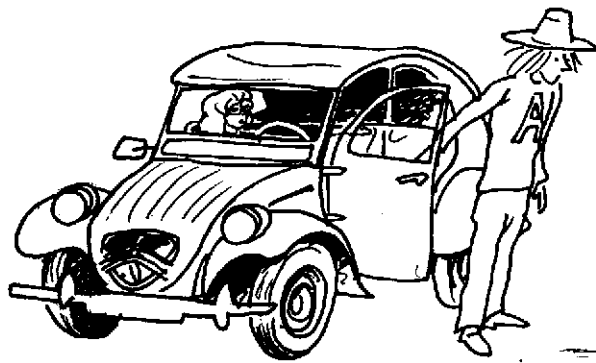
Selvä, tuuli kulkee
siis nopeammin. Mutta
en silti ymmärrä miksi
se imee ilman
kolostamme.

Kuvittele pieni määrä nestettä (molekyylipaketti), joka virtaa kavennuksen läpi. Sen energia pysyy vakiona. Nopeuden lisääntyminen tapahtuu siis lämpöenergian kustannuksella, eli molekyylin kiihtyvyys pienenee.

Ja tämä johtaa
siihen, että paine
pienenee.

Aivan. Koska paine
vaihtelee suhteessa
lämpötilaan ja tiheyteen,
se pienenee.

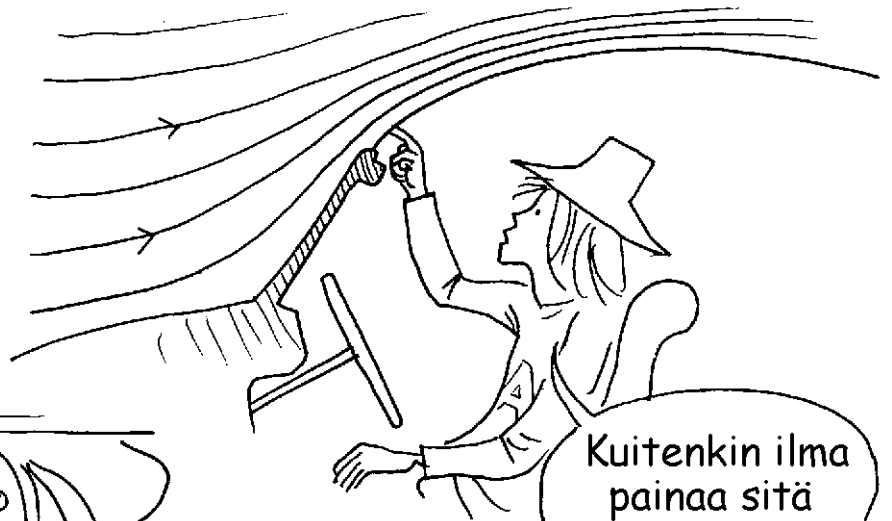
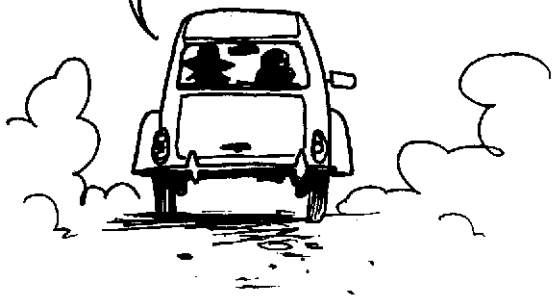
Ja siinä on syy,
miksi ilma imeytyy kolosta pois.



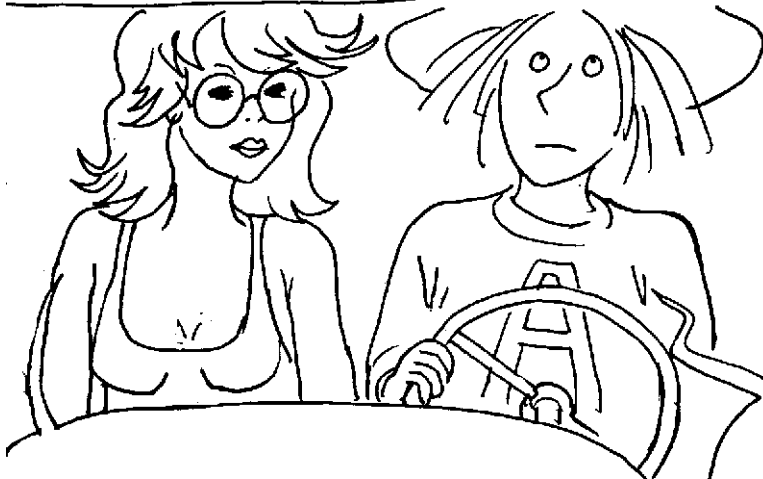
Mutta miten teistä tuli noin tietäväinen?

Aikoinani kaivelin paljon asioita...

Kumma juttu. Auton ollessa paikallaan katto roikkui sisäänpäin, ja nyt, lähdettyämme liikkeelle, se pullottaa kireänä ulospäin.



Kuitenkin ilma painaa sitä ulkoapäin!



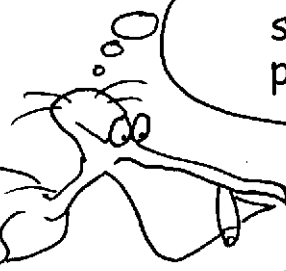
Sama juttu kuin äskeisessä myyränpesässä. Tämä auto muistuttaaakin sellaista, eikö vain?

Eli ilman täytyy kulkea nopeammin päästäkseen auton ohi vakiotiheydellä. Lämpötila laskee, samoin kuin paine, ja siksi katto imeytyy ulospäin. Selvä homma!



Sama ilmiö saa tuoksun nousemaan
parfyymipullostani...

... ja savun imeytymään piipusta,
kiitos tuulen.



Mistä lähtien
savupiiput
puhuvat ?!


Hassua. Olisin
pikemminkin kuvitellut
ilman pakkautuvan
tähän suppiloon.

BERNOULLIN LAIN

mukaan toteamme :

Paine ja nopeus
vaihtelevat käänteisesti.

Johtokunta

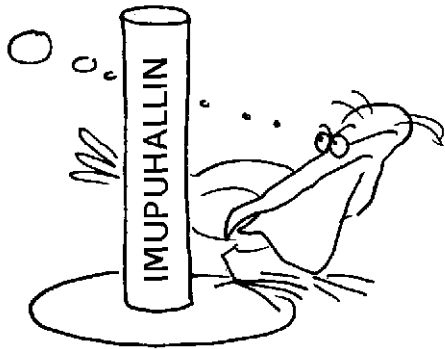


Todellisuudessa nestemekaniikka haastaa melko usein
intuitiomme ja maalaisjärkemme.

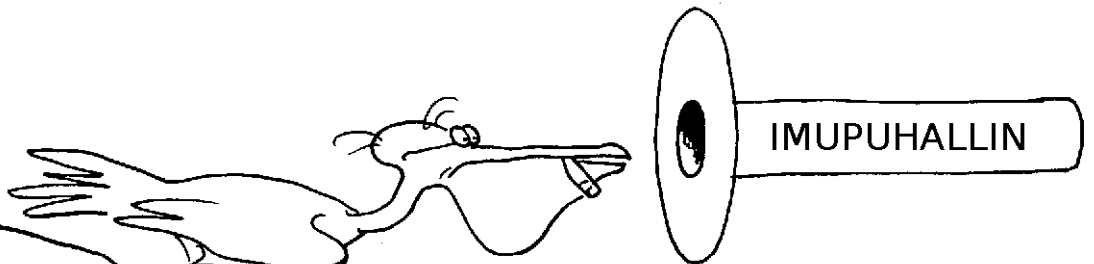
Esimerkki Bernoullin lakiin liittyvästä

PARADOKSISTA:

Sillä nyt ei ole intuition kanssa mitään tekemistä...



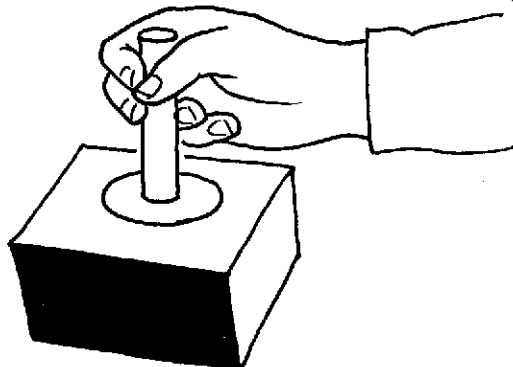
Mikäs tämä nyt sitten on? Taas yksi heidän hölmöistä kapistuksistaan!

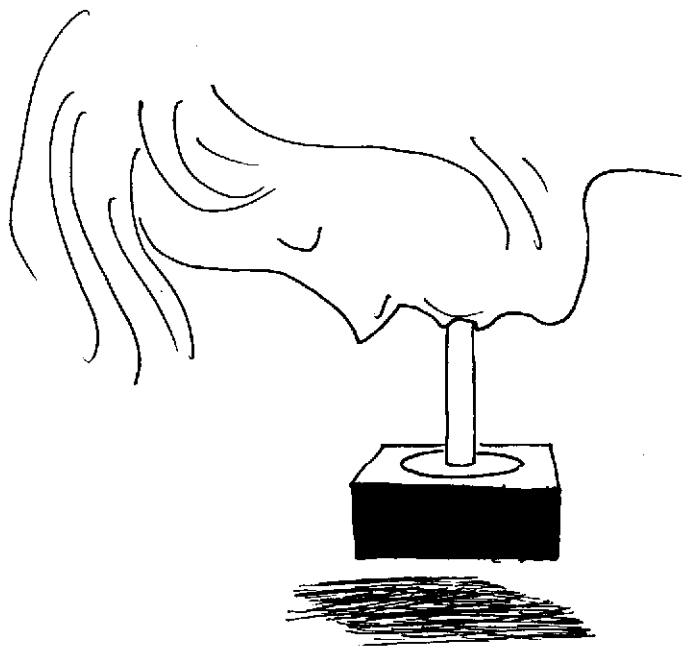


Se näyttäisi olevan pelkkä levyyn kiinnitetty putkilo...



Mutta miksi hän asettaa sen tulitikkurasiaa vasten?





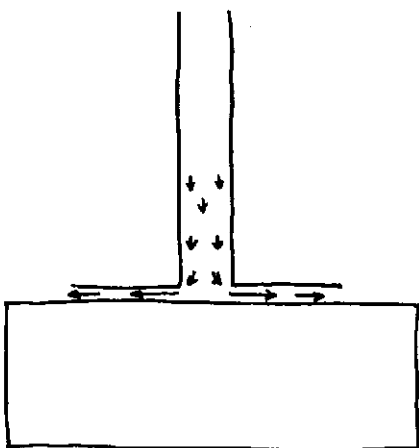
Hän... puhaltaa ja...
nostaa rasian!



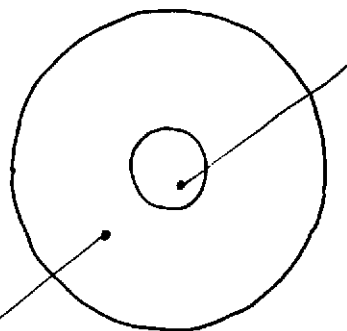
Voi surku...

Miten voi muka imeä
puhaltamalla?

Sylinterin ja levyn liitoskohdassa tila, jossa kaasu pääsee kulkemaan, pienenee yhtäkkiä ja ilman nopeus lisääntyy rajusti. Kaasun paine pienenee siksi alle ilmakehän paineen.



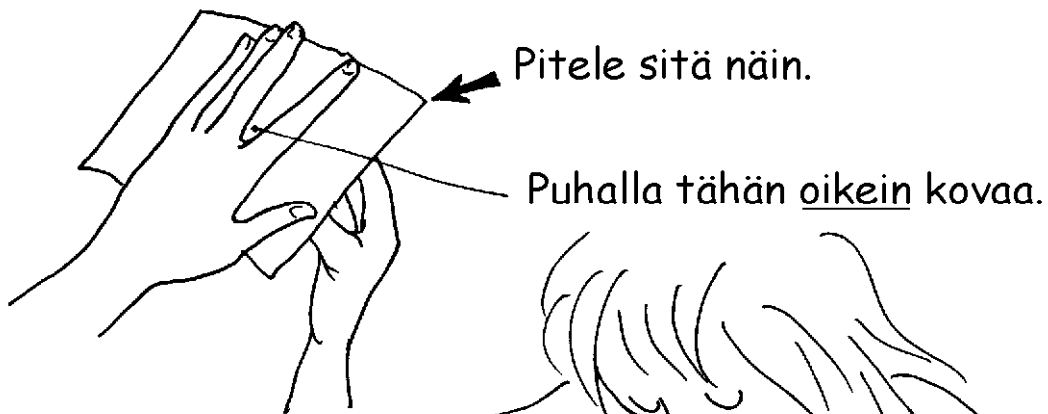
Laita-alueella paine on siis pienempi kuin ympäröivässä ilmakehässä.



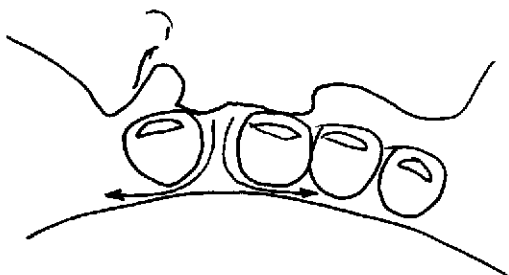
Putkilon keskustaa vasten olevaan rasian osaan kohdistuu suurempi paine kuin ympäristöön.



Voit tehdä samankaltaisen kokeen yksinkertaisen paperin avulla:



Päästä irti paperista heti puhaltaessasi. Se pysyy pienen hetken paikallaan.

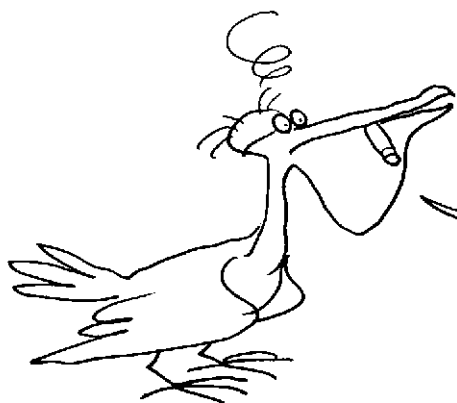


Huom:
Puhalla KOVAA!

Tehtökunta



Tuletko
hetkeksi
lentämään?



Kaiken näkemäni
jälkeen jatkan
mielummin jalan!

Neste, tiheys, paine, lämpötila,
reaktio, Bernoulli. Nyt minulla
on kasassa kaikki
lentämisen avainsanat.



TIHNEYS
PAINES

Ei, yksi
puuttuu vielä.



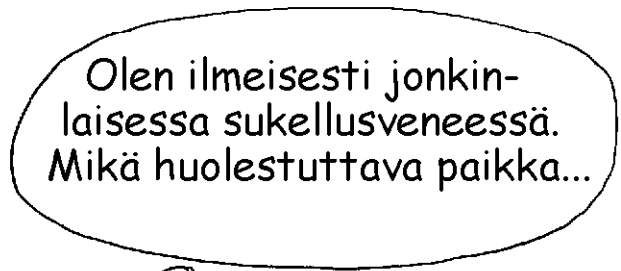
Mikä?

?

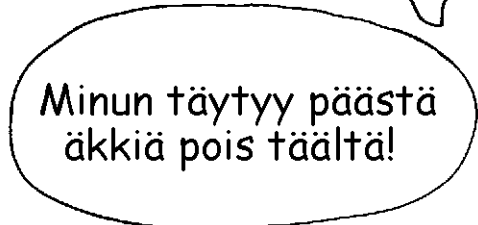
ANSELMIN UNI:



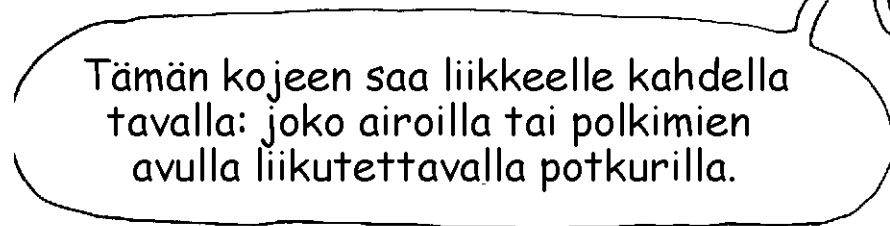
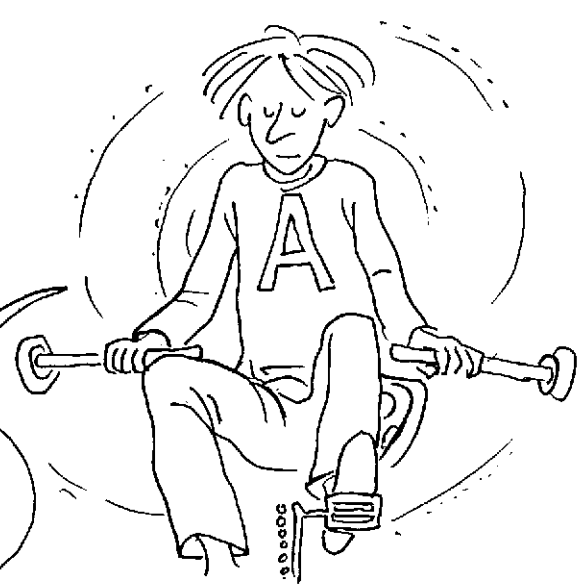
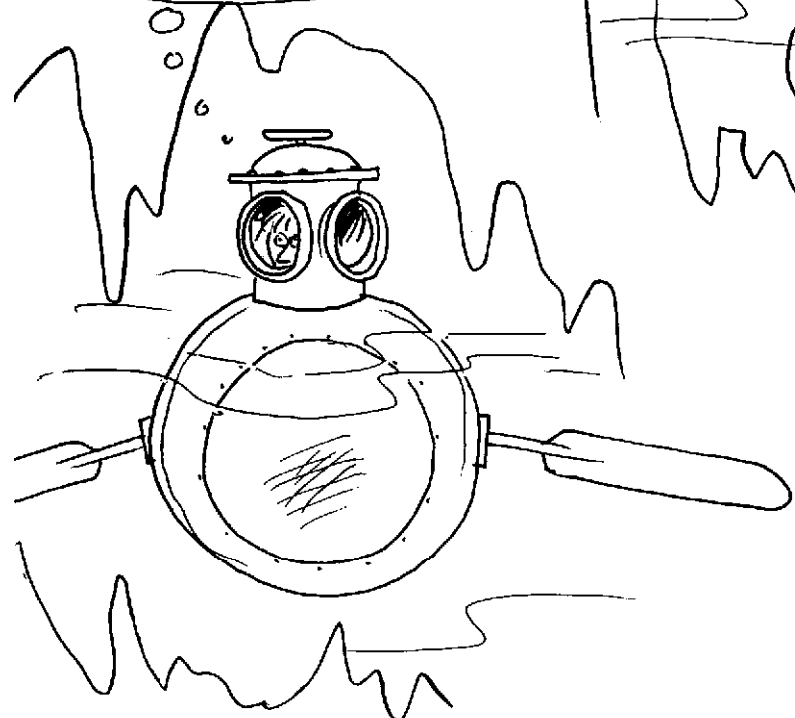
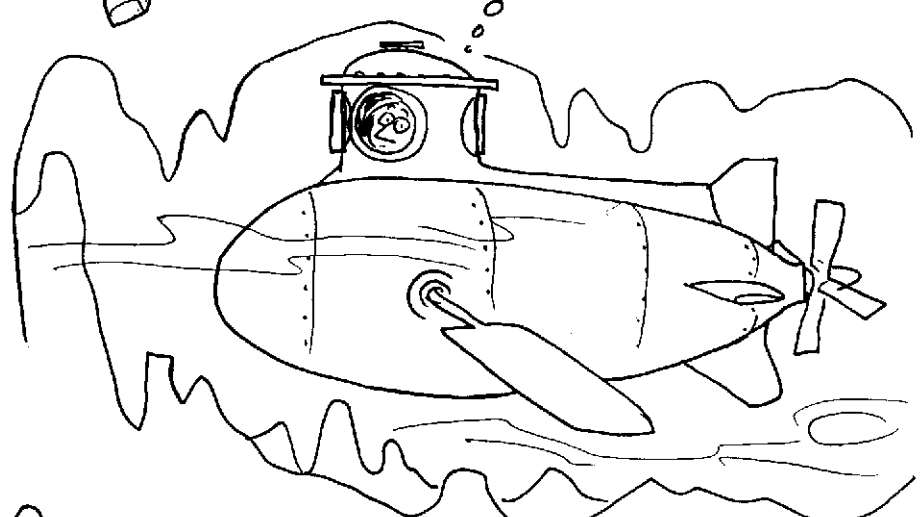
Missä kummassa
minä oikein olen ?!



Olen ilmeisesti jonkin-
laisessa sukellusveneessä.
Mikä huolestuttava paikka...

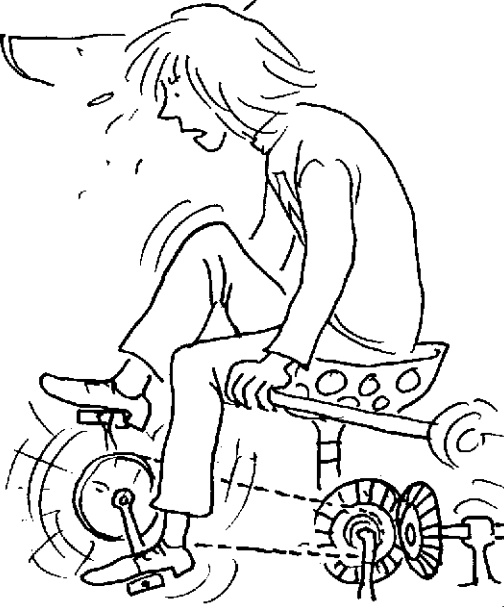


Minun täytyy päästä
äkkiä pois täältä!

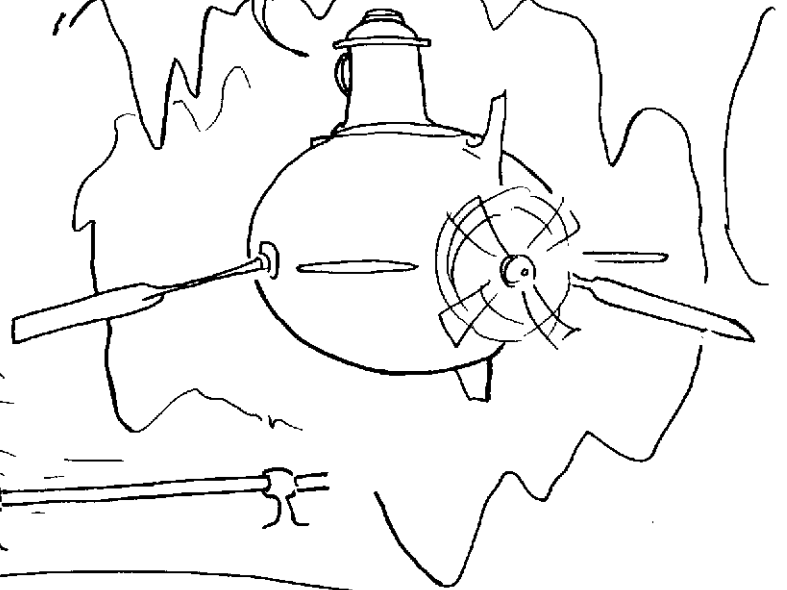


Tämän kojeen saa liikkeelle kahdella
tavalla: joko airoilla tai polkimien
avulla liikutettavalla potkurilla.

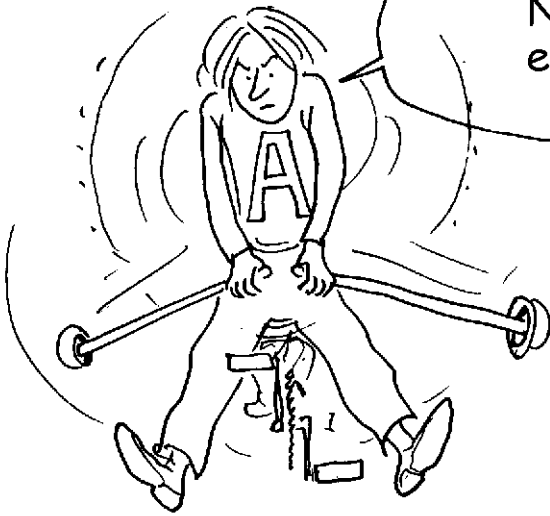
Pahus, olen polkenut
jo tunnin...



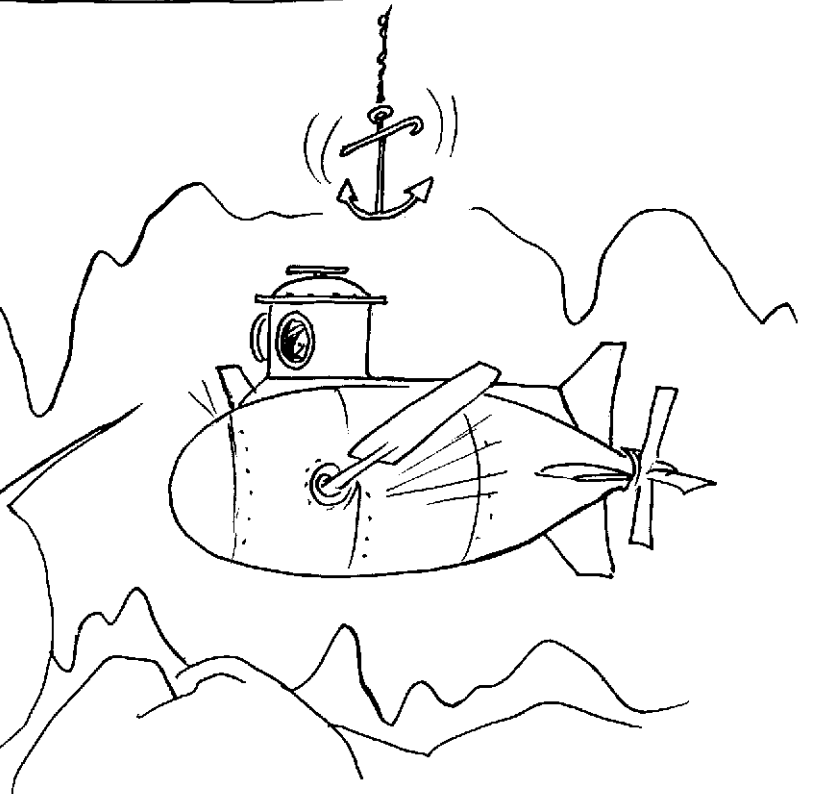
...enkä ole edennyt
senttiäkään!

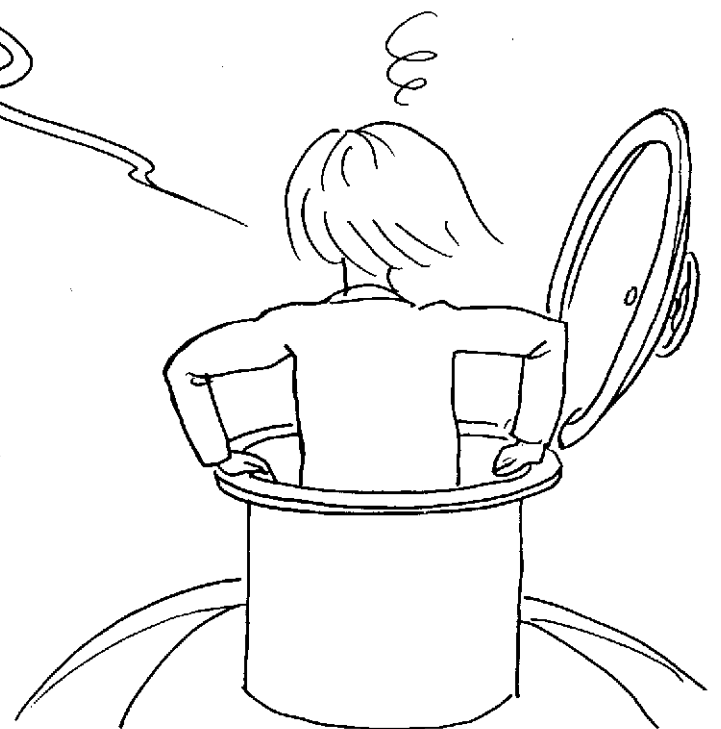


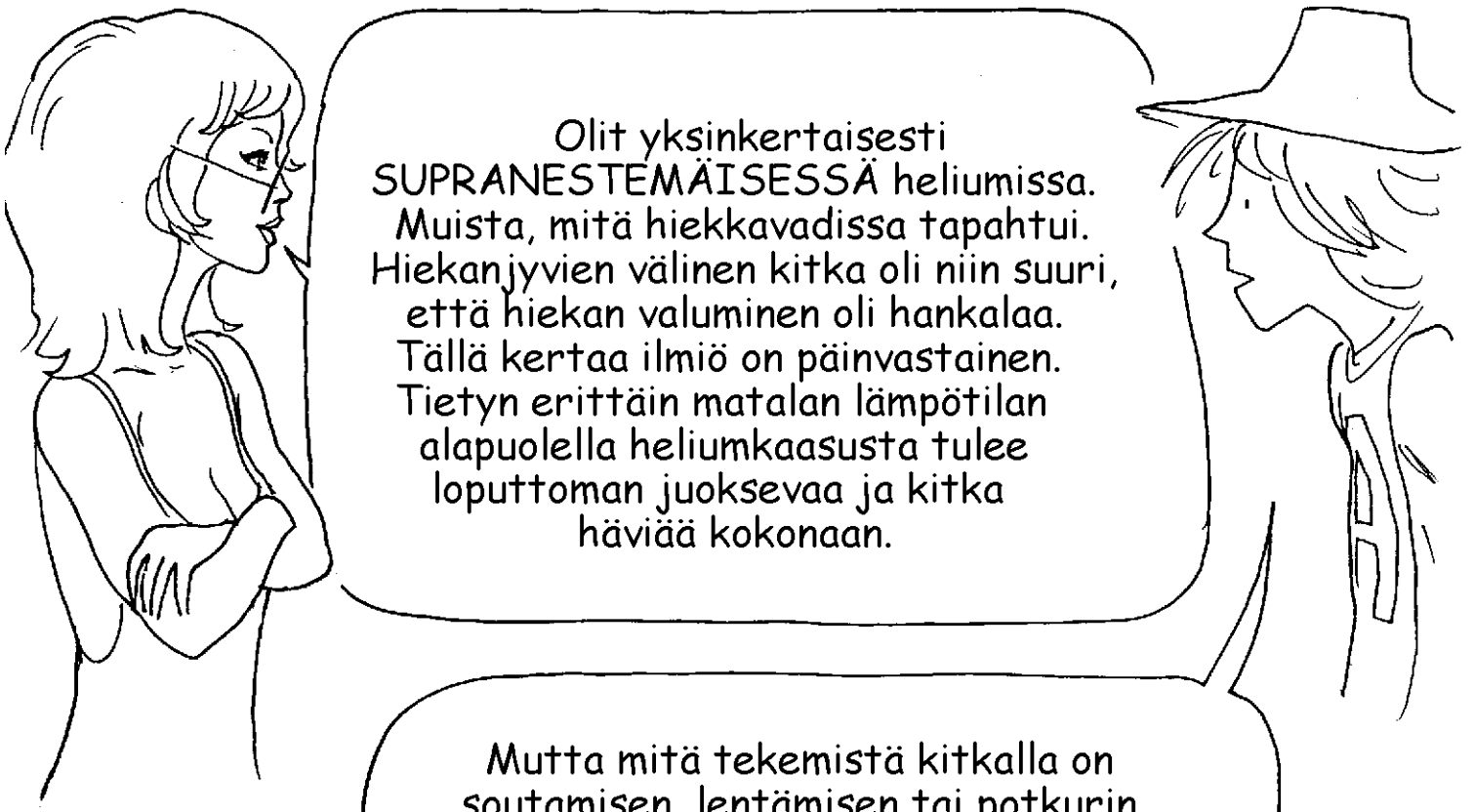
Taidan kokeilla airoja...
Nekään eivät toimi. En tunne
edes minkäänlaista vastusta!



Olenko jonkin sortin
tyhjiössä? Ei, jos olisin
tyhjiössä, sukellusvene
ei kelluisi.

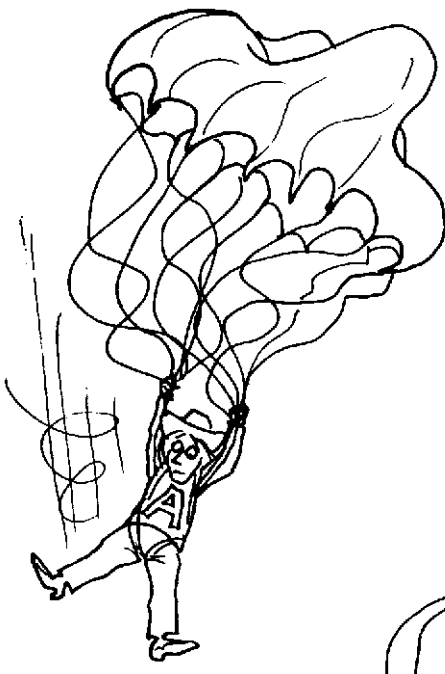






Olit yksinkertaisesti
SUPRANESTEMÄISESSÄ heliumissa.
Muista, mitä hiekkavadiissa tapahtui.
Hiekanjyvien välinen kitka oli niin suuri,
että hiekan valuminen oli hankalaa.
Tällä kertaa ilmiö on päinvastainen.
Tietyn erittäin matalan lämpötilan
alapuolella heliumkaasusta tulee
loputtoman juoksevaa ja kitka
häviää kokonaan.

Mutta mitä tekemistä kitkalla on
soutamisen, lentämisen tai potkurin
polkemisen kanssa?



Olit tavallaan oikeassa
sateenvarjoinesi. Saadaksesen
ilmasta tukea, täytyy ensin saada
siitä ote.

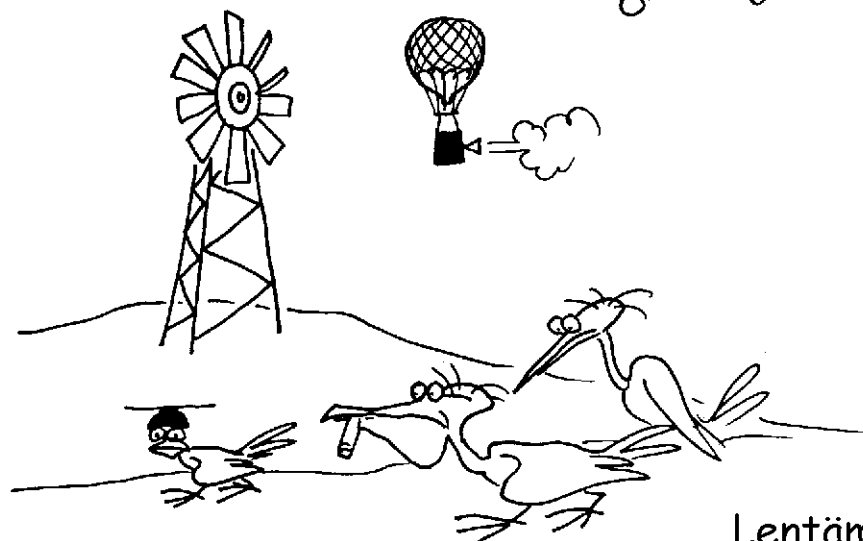
Jos ilma olisi **SUPRANESTETTÄ**, laskuvarjostasi ei olisi mitään
hyötyä. Ja mikä pahempaa, pudotessasi se ei avautuisi ollenkaan,
vaan putoaisit kuin kivi.

Ensimmäinen taivaalle noussut eläin huomasi hyvin äkkiä, että sen oli tavalla tai toisella saatava ilmasta jonkinlainen ote.

Siksi minkä tahansa ilmaa painavamman laitteen lentäminen muistuttaa loputonta juoksukilpailua, jossa yritetään saada ote jatkuvasti periksi antavasta aineesta.



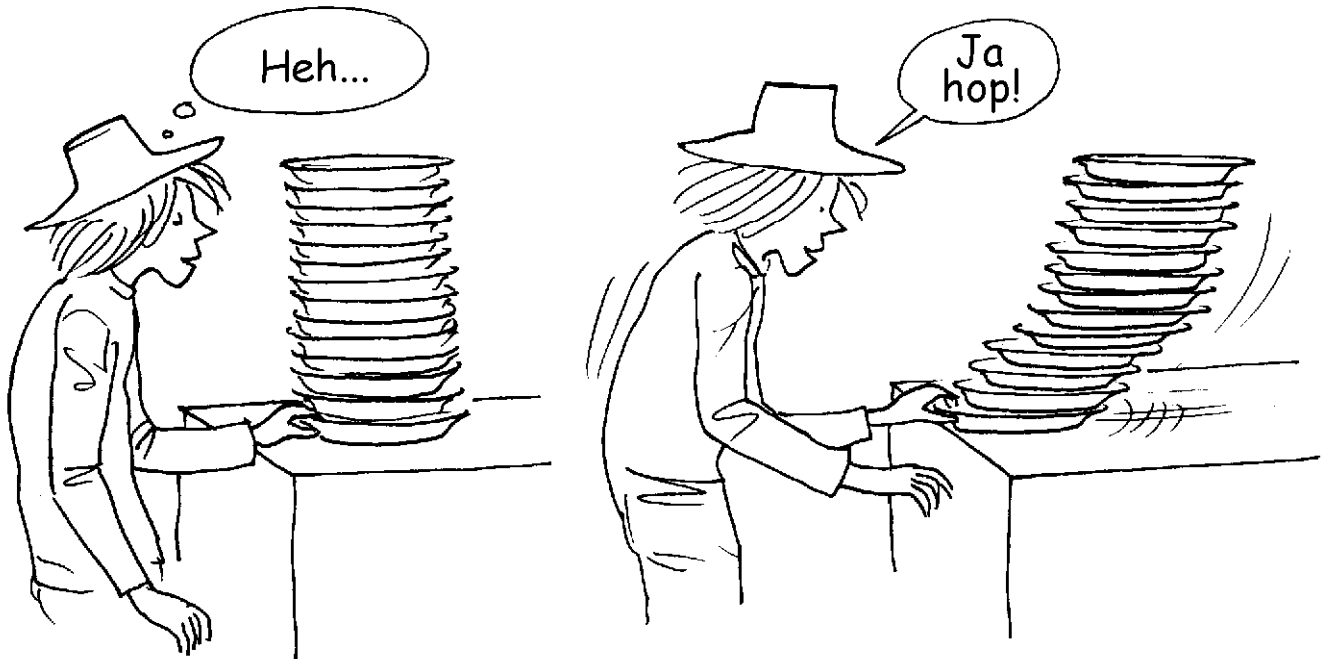
Sinun pitää siis vielä keksiä, miten saada ote tällaisesta ympäristöstä.



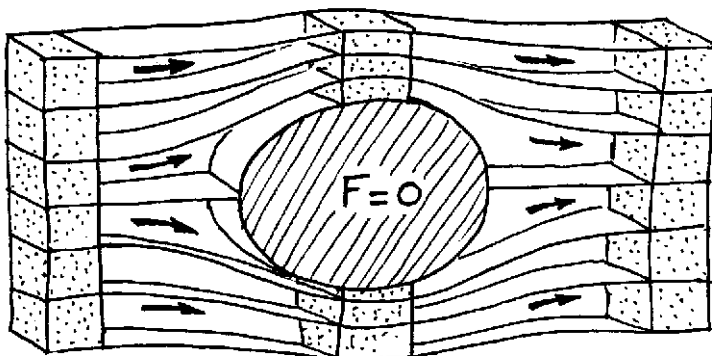
Jos ympäristö on SUPRA-NESTEMÄINEN, molekyylit liukuvat toistensa samoin kuin esineiden ohi ilman minkäänlaista KITKAA. Lintujen täytyy siis kulkea jalan, tuulivoimalat eivät pyöri ja lentoliikenne koostuu pelkistä reaktiomootorilla varustetuista kuumailmapalloista.

Lentäminen siis riippuu kitkasta.

VISKOOSIT NESTEET

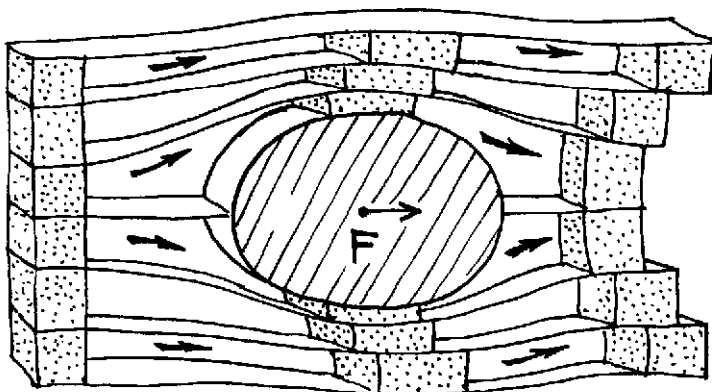


Kuten nämä lautaset, päällekkäiset kaasukerrokset eivät liu'u toisiinsa nähden muutoin kuin tietyn kitkan vaikutuksesta.

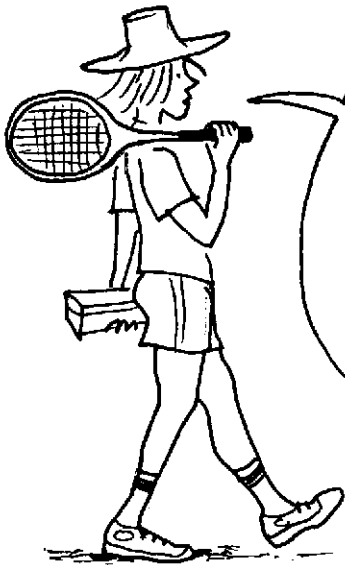


Kuvittele jokin paikallaan oleva esine keskellä molekyylivirtaa. Esitämme molekyylit kuution muotoisiin laatikoihin pakattuina.

- Ilman kitkaa molekyylit kasaantuvat esineen kierrettyään päällekkäin alkuasetelmaan.

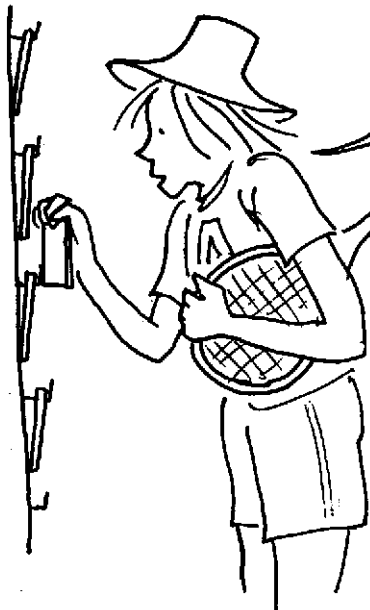


- Kitka puolestaan hidastaa esineen lähellä olevia molekyylejä ja sen vuoksi laatikot siirtyvät toisiinsa nähden. Esine hidastaa kaasua, mutta samalla kaasu vaikuttaa esineeseen voiman F avulla. Kutsumme tätä **KITKAVASTUKSEKSI**.



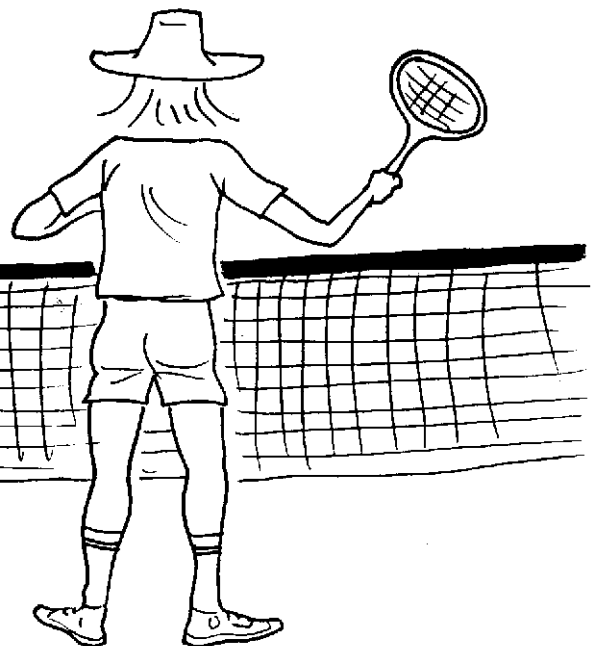
Hmm, onpa monimutkaista.
Taidan mennä rentoutumaan hetkeksi
tenniskentälle. Tennismekaniikka ainakin
on helppoa. Siinä vaan lyödään palloa
- pum! Ja jos on laskenut oikein,
pallo putoaa kentälle.

KIERREPALLO

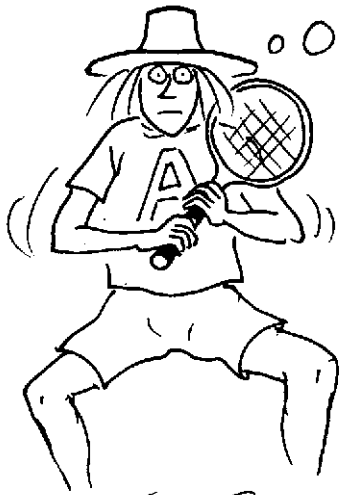


Taidanpa ilmoittautua kisaan.
Katsotaan... hyvä, yksi vapaa paikka.
Hmm, Björn Borg... en tunne.

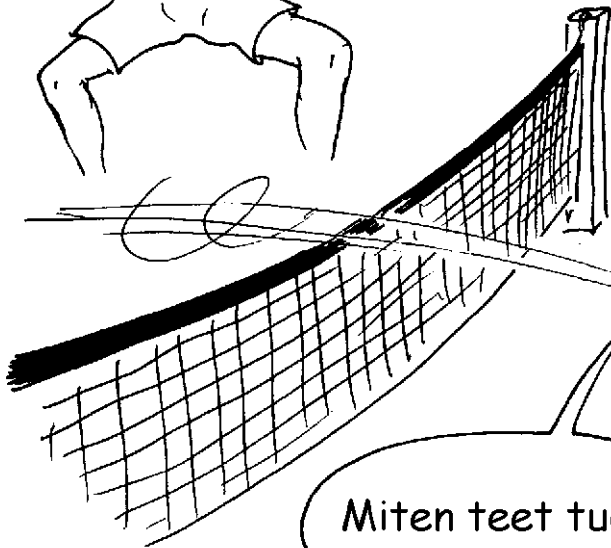
Valmiina?



POK!



Himpura, en osu yhteenkään. Tuolla tyypillä on outo tapa nostaa mailansa lyödessään. Mutta silloinhan pallonkin pitäisi nousta.



Mutta se putoaakin alaspäin!

Miten teet tuon?

Helppoa. Laitan pallon pyörimään tällä lailla.



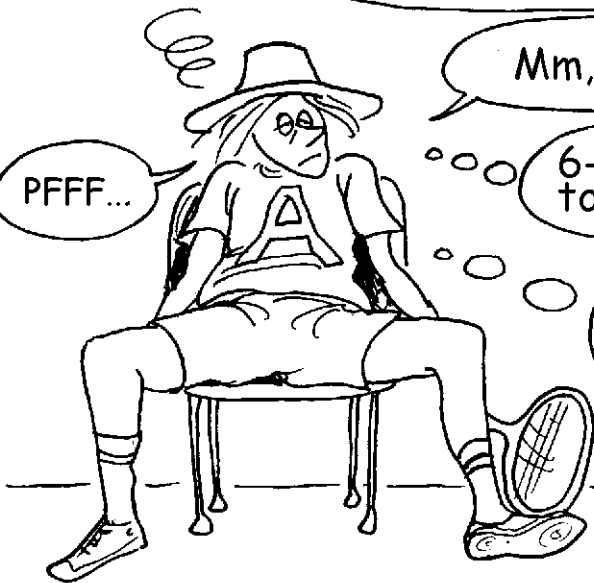
Siten se putoaa alaspäin. Näin voin lyödä kovempaa pitäen silti pallon kentällä.

Mm, niin kai.

PFFF...

6-0, 6-0
tosiaan...

Selvä kuin pläkki.



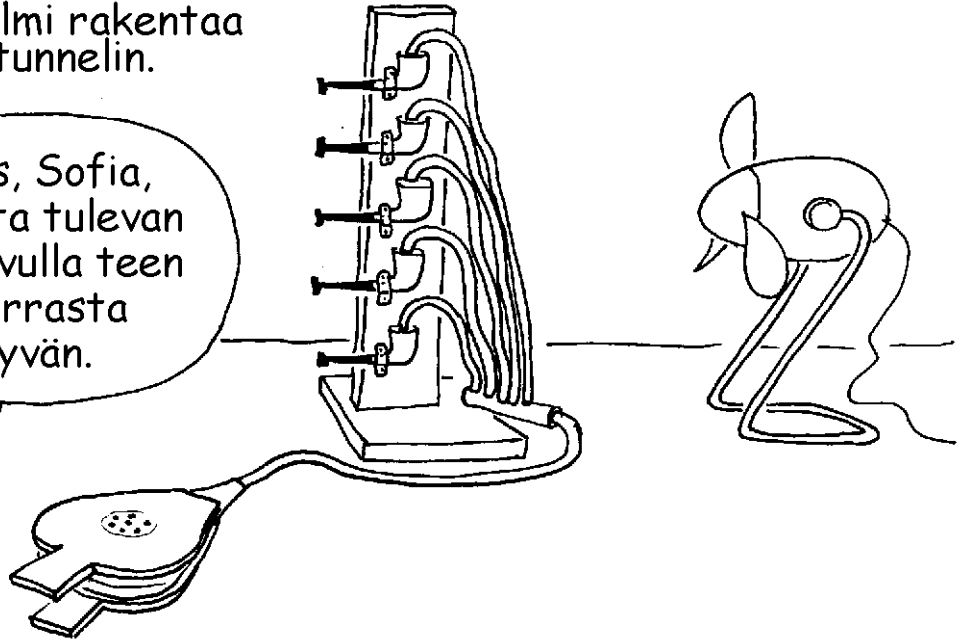


Kerrataanpa. Borg syöttää pallon vasemmalta oikealle äskeisen kuvan mukaan. Jos saan ilman osumaan palloon oikealta vasemmalle, tuloksen pitäisi olla sama.

Anselmi rakentaa tuulitunnelin.



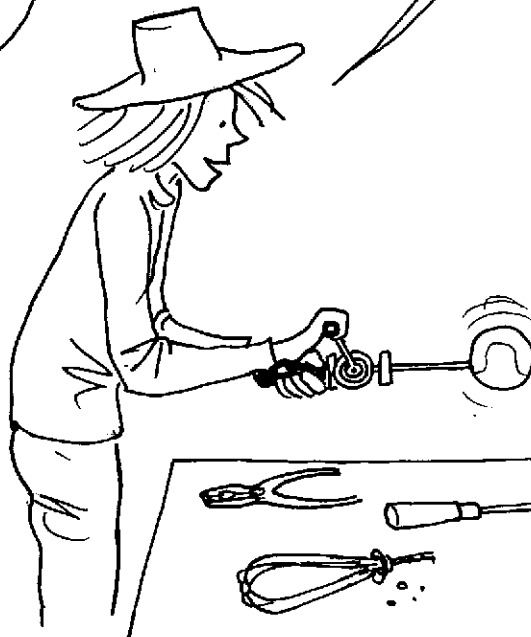
Katsos, Sofia, piippuista tulevan savun avulla teen ilmavirrasta näkyvän.

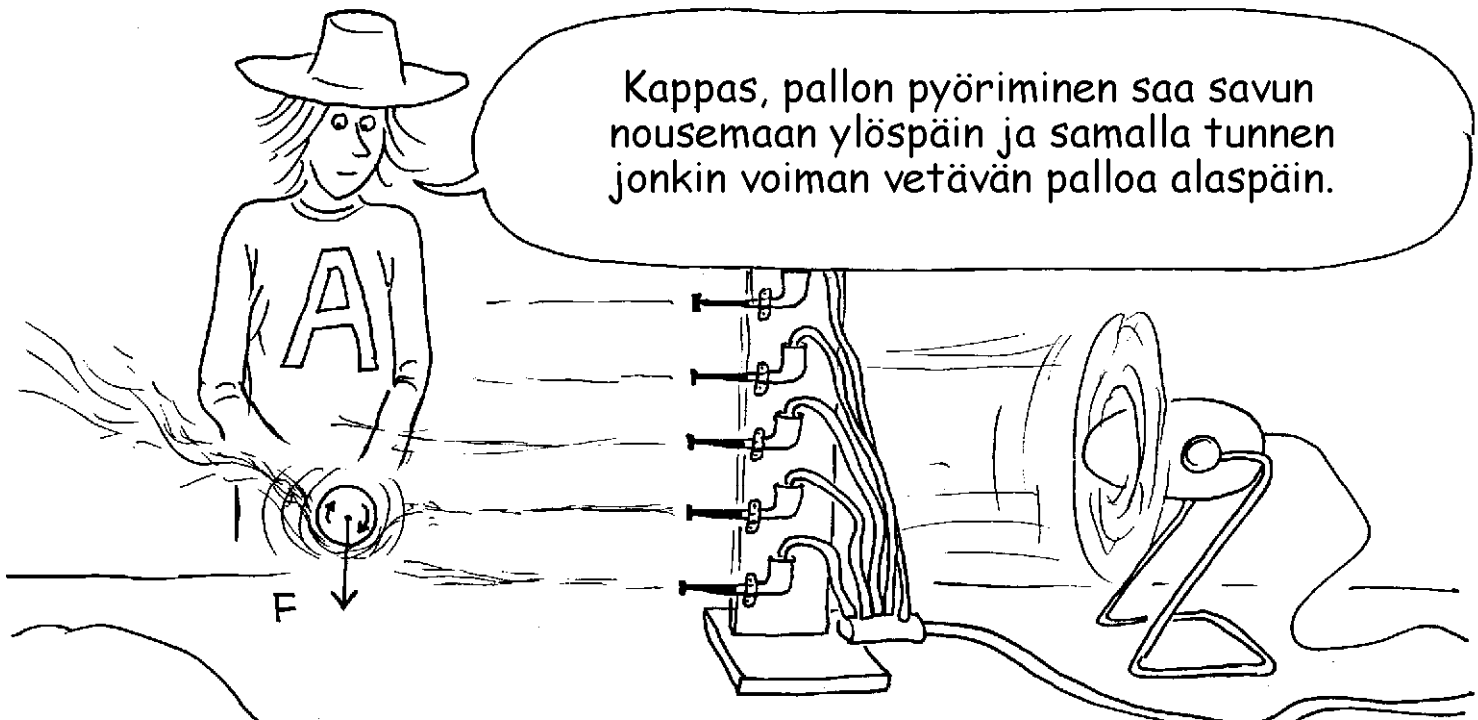


Nyt pitää enää varmistaa pallon pyöriminen. Tämän pitäisi kelvata.

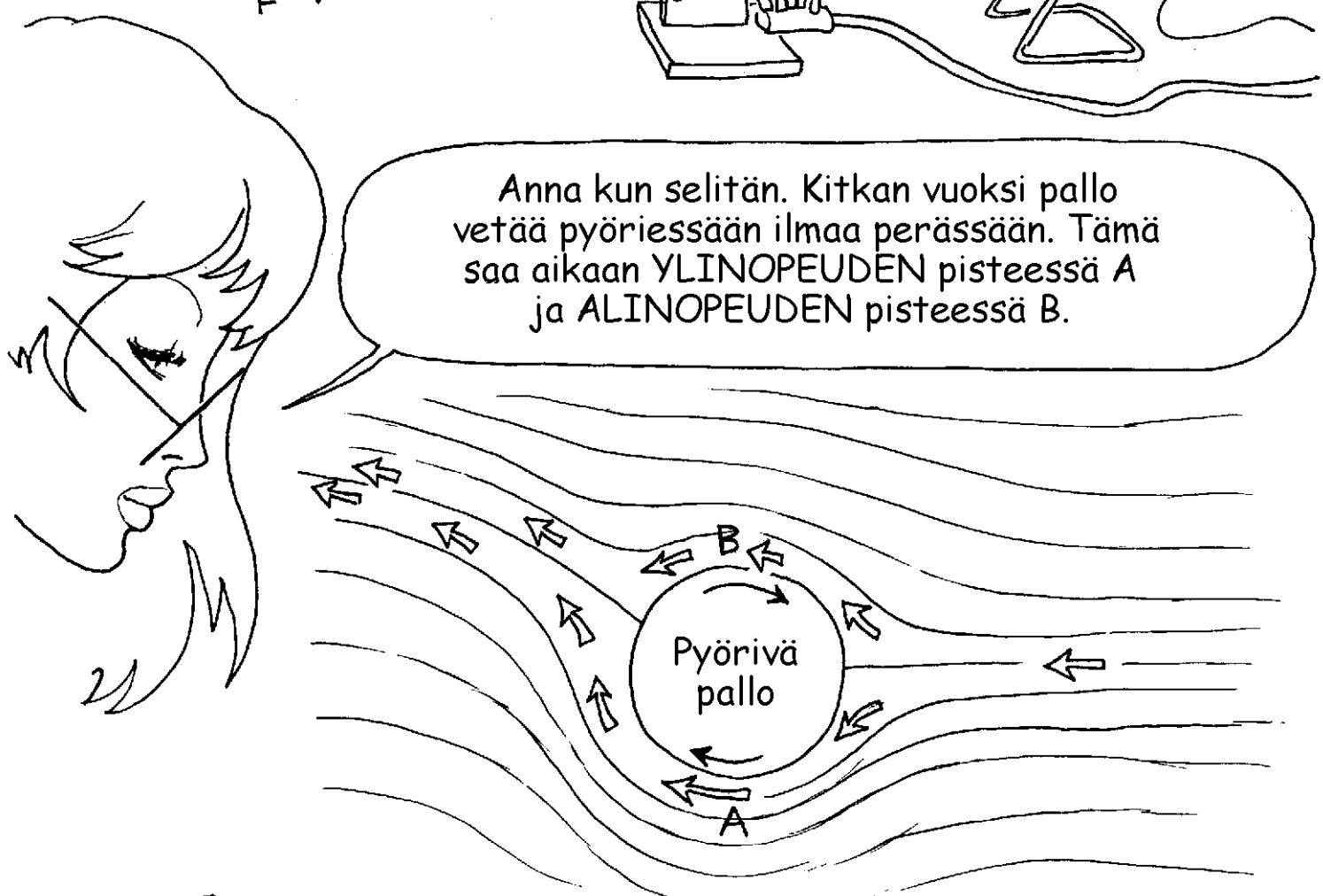


Hienoa, se toimii erinomaisesti!





Kappas, pallon pyöriminen saa savun nousemaan ylöspäin ja samalla tunnen jonkin voiman vetävän palloa alaspäin.

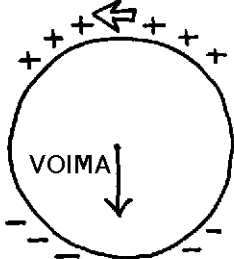


Anna kun selitän. Kitkan vuoksi pallo vetää pyöriessään ilmaa perässään. Tämä saa aikaan YLINOPEUDEN pisteessä A ja ALINOPEUDEN pisteessä B.



Eikä enää tarvitse kuin soveltaa Bernoullin lakia.

ALINOPEUS - YLIPAINNE

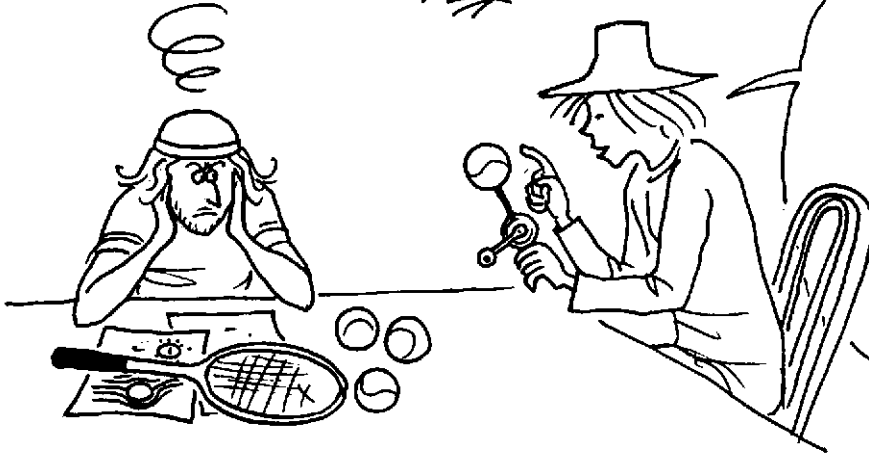


YLINOPEUS - ALIPAINNE

Ilman
nopeus

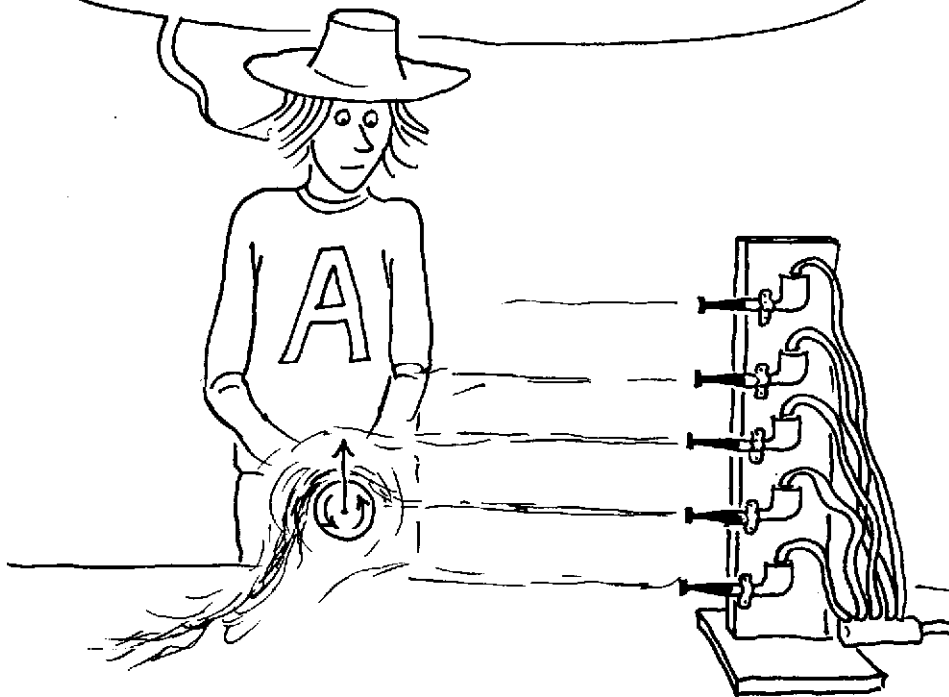


Paine ja nopeus vaihtelevat käänteisesti.
Siksi alapuolella on ALIPAINNE ja ylä-
puolella YLIPAINNE ja tämä ilmiö määrää
aerodynaamisen voiman suunnan.



Tämä on mahdollista
ainoastaan pallon ja ilman
välisen kitkan ansiosta.
SUPRANESTEMÄISESSÄ
ilmakehässä - kitkan
puuttuessa - et voisi
syöttää tennispalloa
kierteellä.

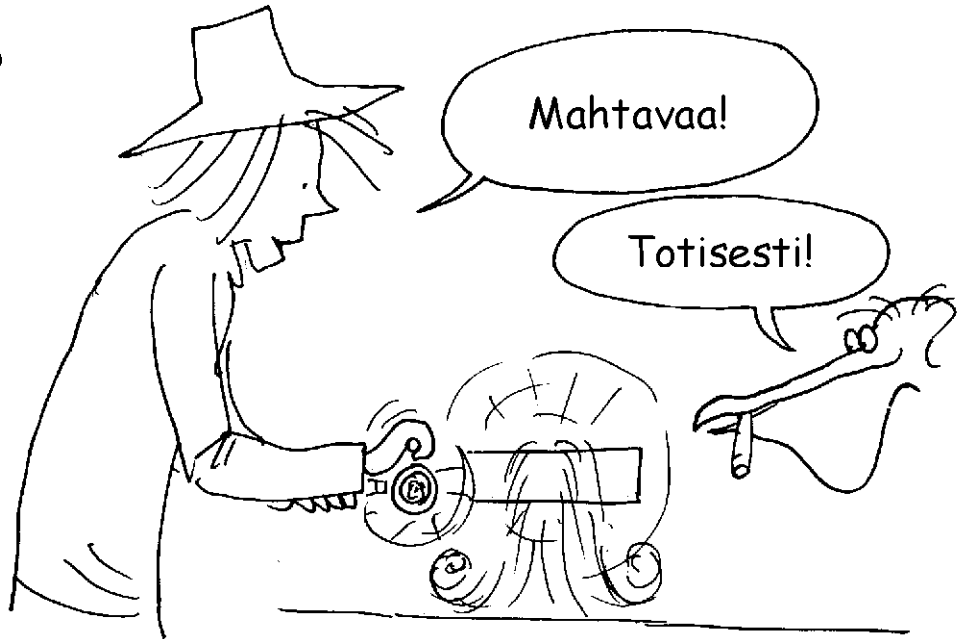
Jopas, jos pyöritän palloa toiseen
suuntaan, savu työntyy alaspäin ja voima
on vastakkainen. Tämä antaa minulle
NOSTETTA.



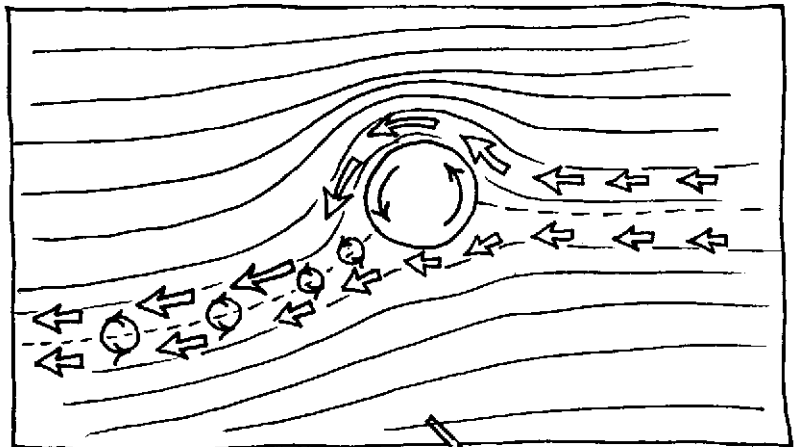
Mikä toimii pallon
kanssa voisi ehkä
toimia myös pyörivän
sylinterin kanssa?

Miksikäs ei!

FLETTNER-ROOTTORI



Hyvät naiset ja herrat, kokeilkaamme yhdessä mitä tapahtuu sylinterin vanavedessä. Sylinterin pyöriminen saa aikaan nopeuseron ylemmän ja alemman virtauksen välillä.

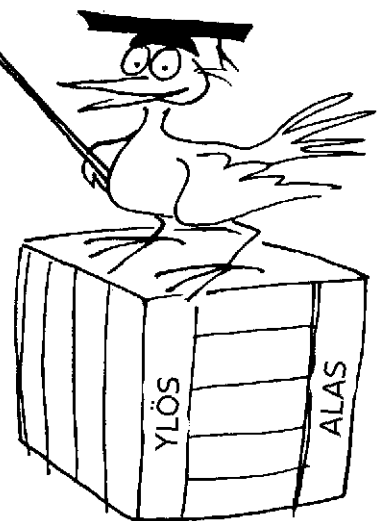


Kohdatessaan toisensa sylinterin jälkeen ilmavirrat hankautuvat toisiaan vasten.

Tästä seuraa:

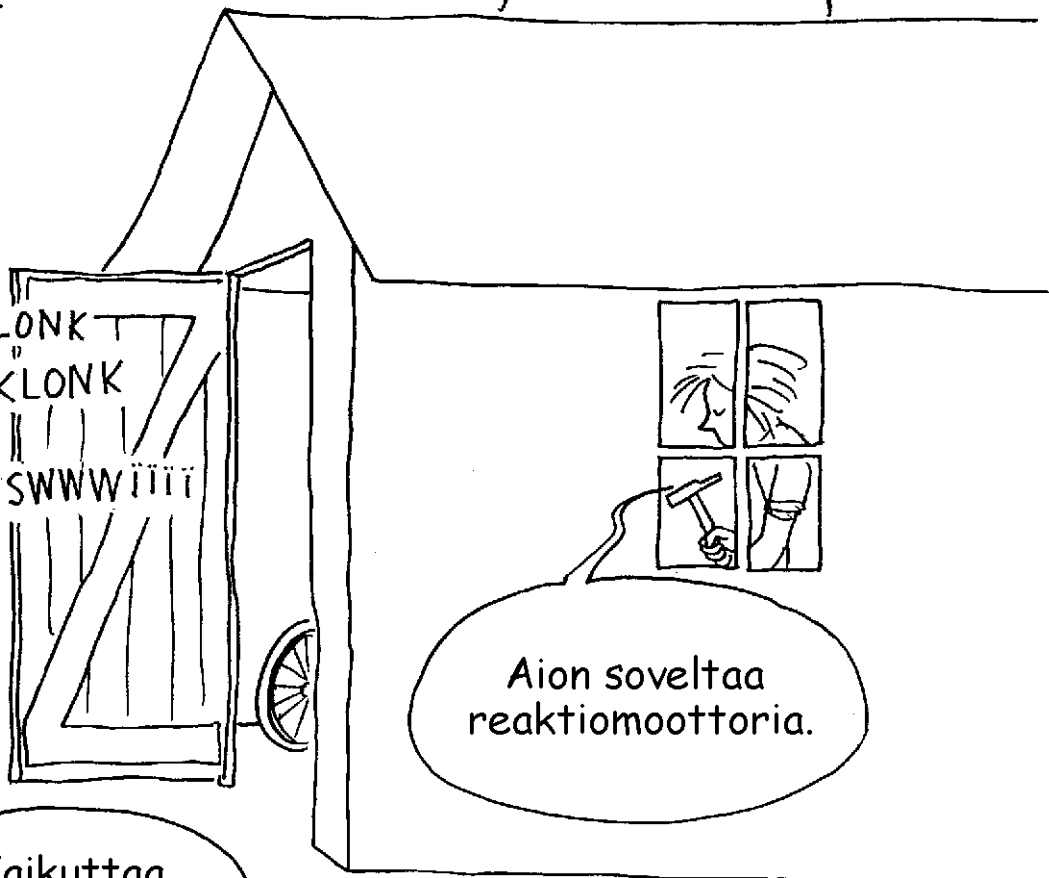
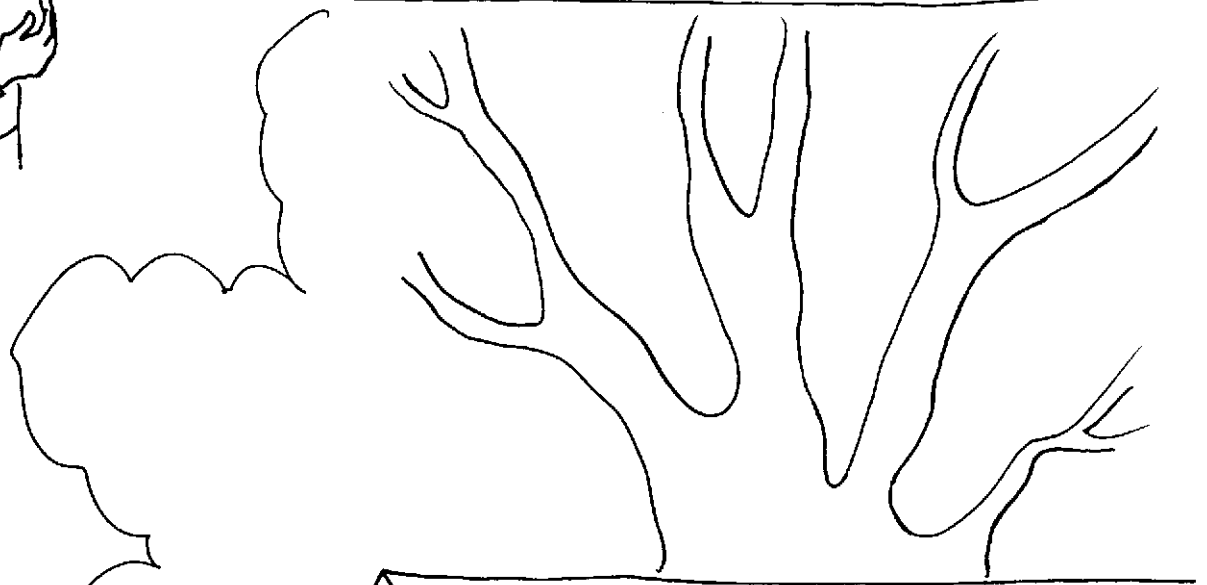
- pienien pyörteiden synty
- progressiivinen nopeuserojen häviäminen.

Ilmakerroksen ylä- ja alaosan välillä vallitsee nopeuseroon liittyvä paine-ero (Bernoullin laki). Tämä selittää sen, miksi ilmavirta kaartuu sylinterin jälkeen muodostaen pyörteitä.





Siirtämällä pyörivää sylinteriä ilmassa saan aikaan NOSTEEN. Tästä sainkin idean! Nyt minun pitäisi osata rakentaa lentävä koje.



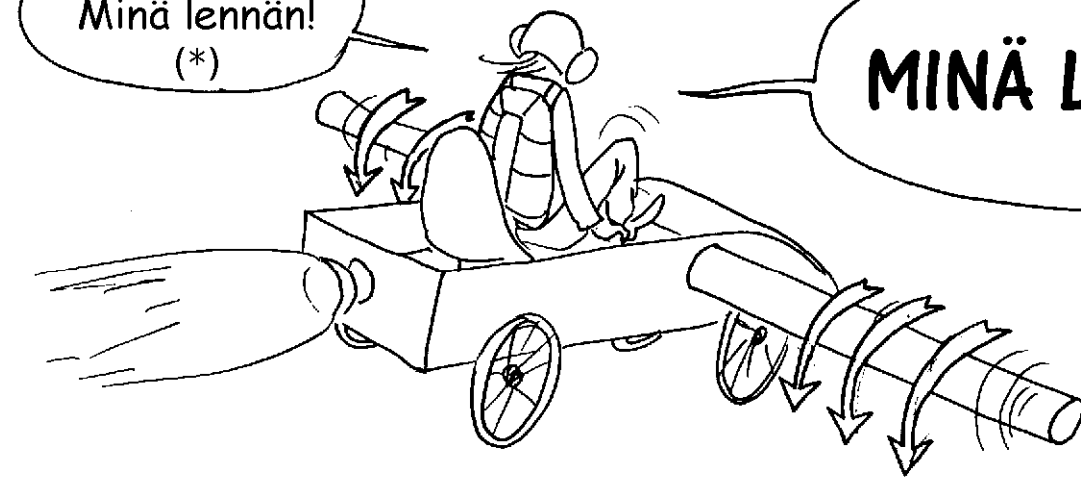
Mitä hän nyt nikkaroi?

Vaikuttaa hankalalta!

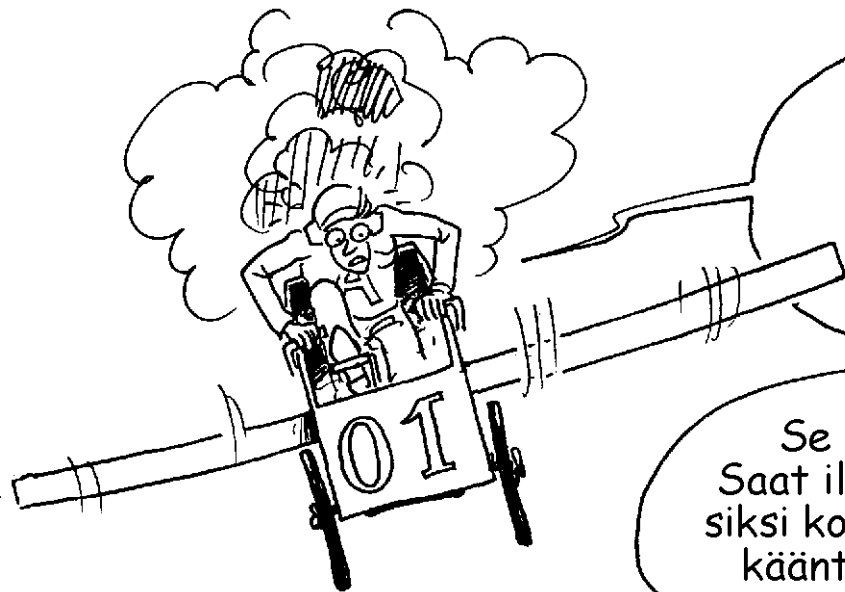


Se toimii!
Minä lennän!
(*)

MINÄ LENNÄN!



(*) Jos teho on tarpeeksi suuri, tämä voisi hyvinkin toimia!

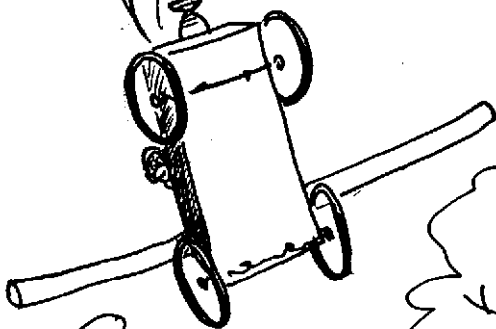


Apua, mitä tapahtuu?!
Kojeeni päätti palata
takaisin maan pinnalle!

Se oli odotettavissa.
Saat ilman kiertymään, ja
siksi koneellasi on taipumus
kääntyä vastakkaiseen
suuntaan.

Se on VOIMAN JA
VASTAVOIMAN LAIN
periaate.

Siis MINKÄ
periaate?!



Voi Anselmi, jospa vain olisit kysynyt
minulta ensin! On olemmassa paljon helpom-
pikin ratkaisu, mutta sinä haluat aina tehdä
kaiken itse! Tule, kahvi on valmista.



Voi näitä
ilmojen
seikkailijoita!

Hassua,
mitä kaikkea
kahvikupissa
tapahtuu.

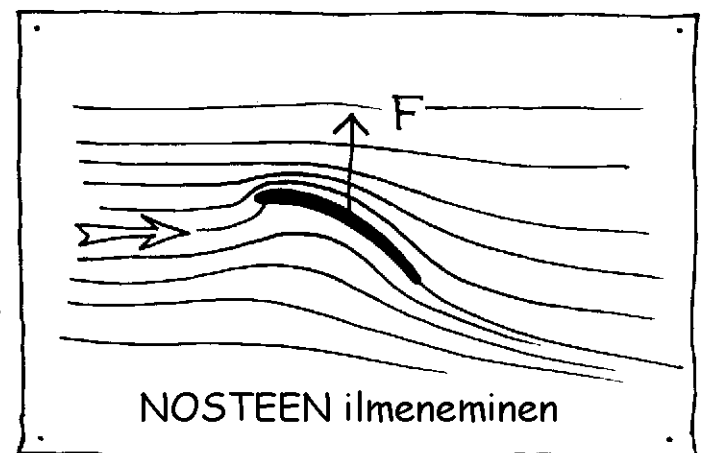
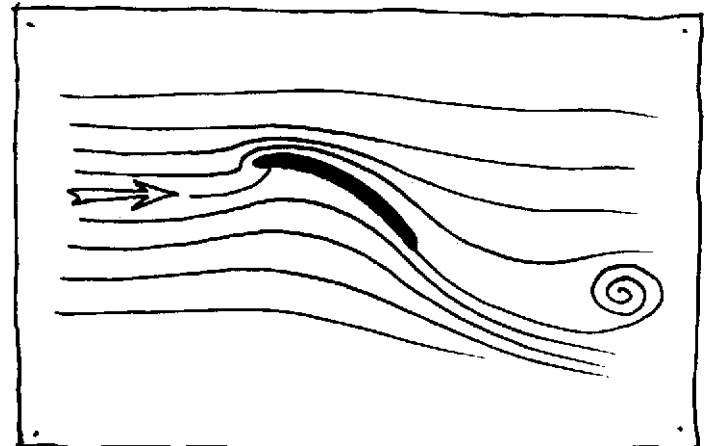
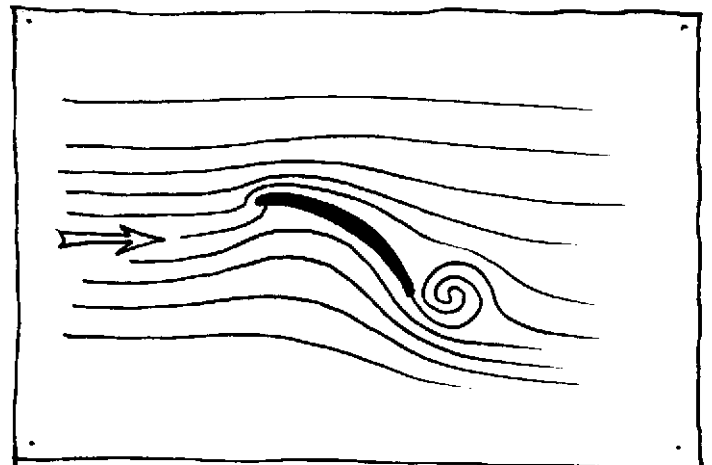
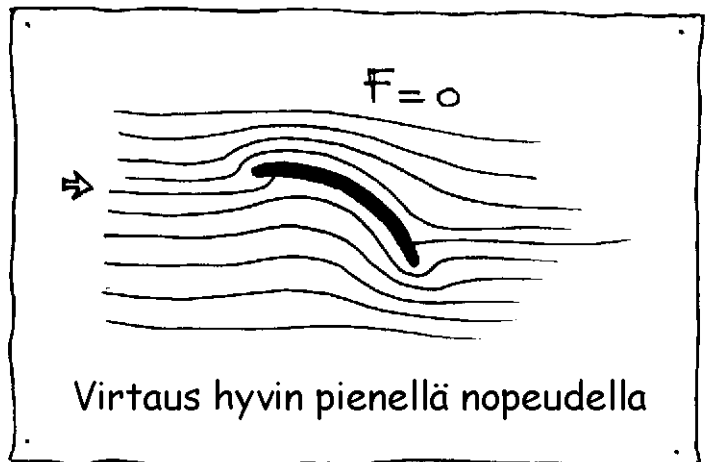


Jos liikutan
lusikkaa kupissa ihan
hiljaa, kitkan aiheuttama
vastus on aivan pieni...

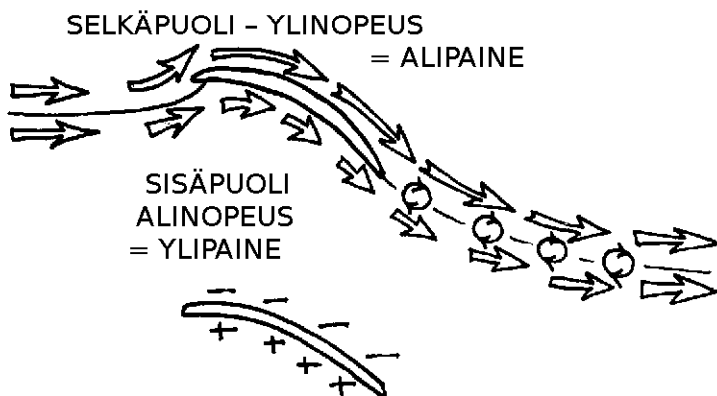


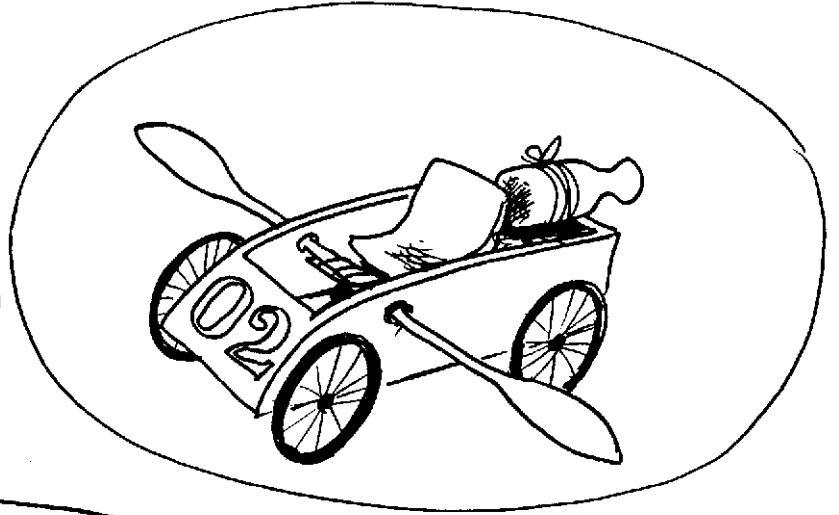
... mutta jos taas
liikutan sitä nopeasti,
siitä lähtee kierre.





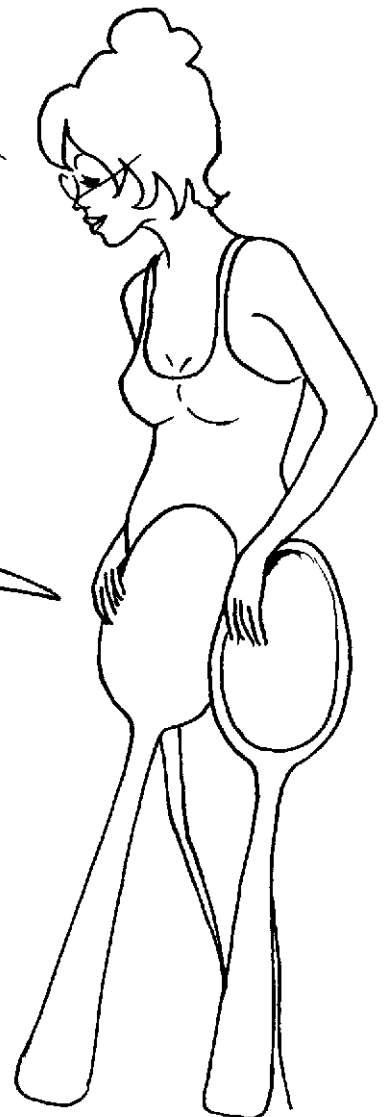
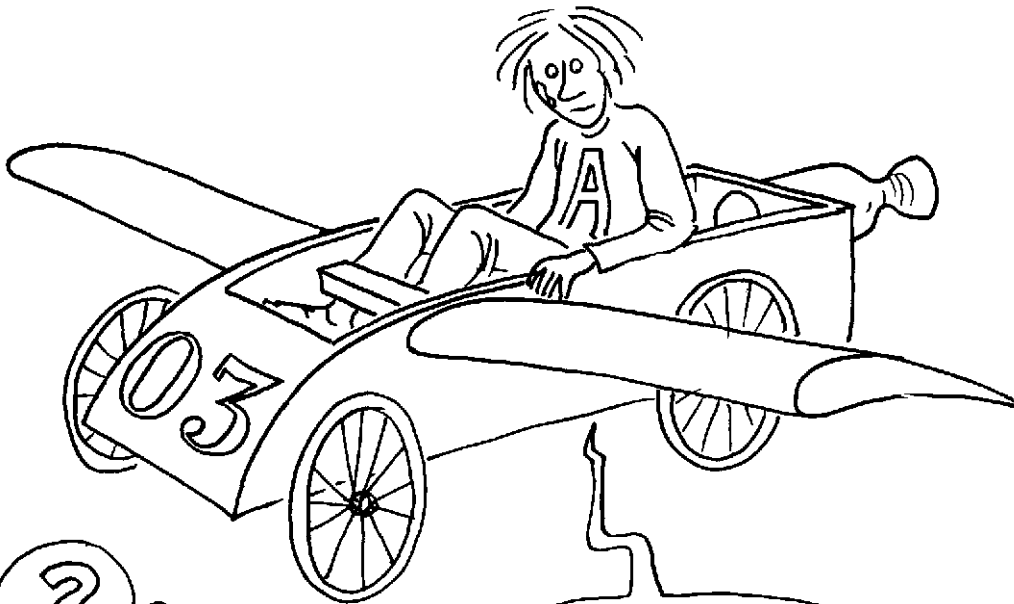
Oheisissa piirroksissa esitetään, miten lusikkaa ympäröivä virtaus muuttuu vauhdin lisääntyessä. Lusikasta lähtee kierre, ja sen ulkopuolelle (ylös) aiheutuu ylinopeus ja sisäpuolelle (alas) alinopeus.



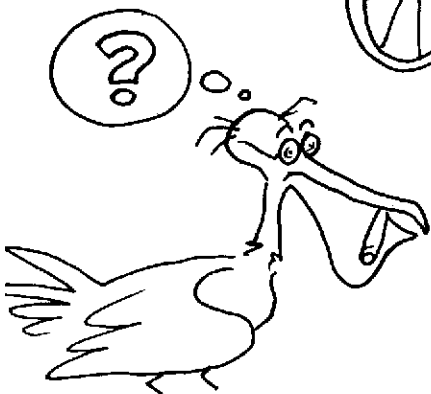


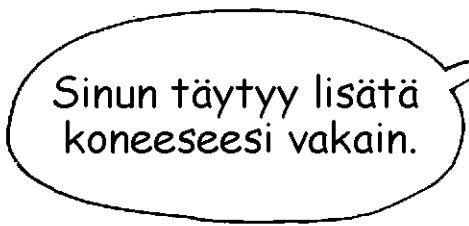
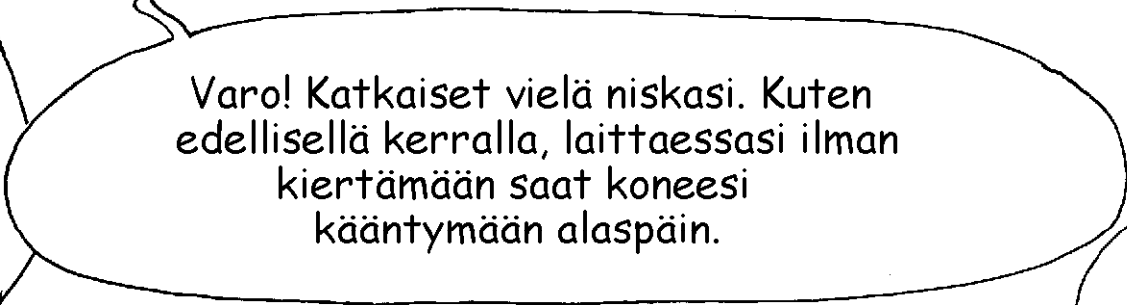
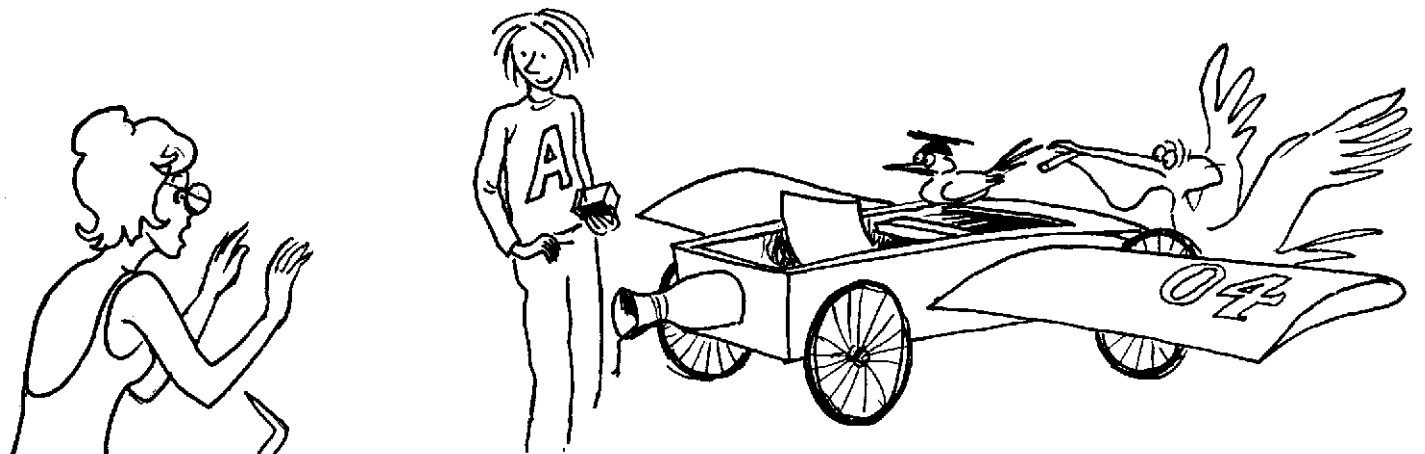
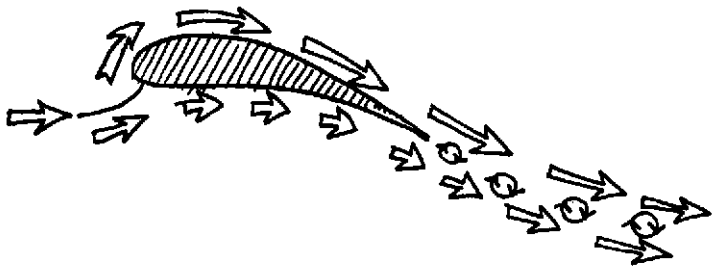
Mahtavaa, voin siis lentää
lusikoiden avulla!

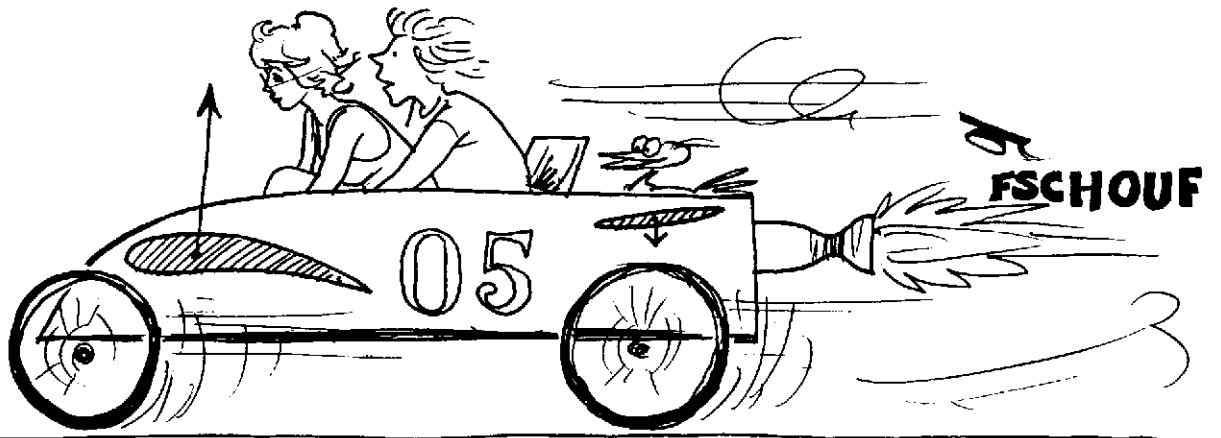
SIIVET ovat
paranneltuja
lusikoita.



Selvä, mutta entä
kiertoliike?



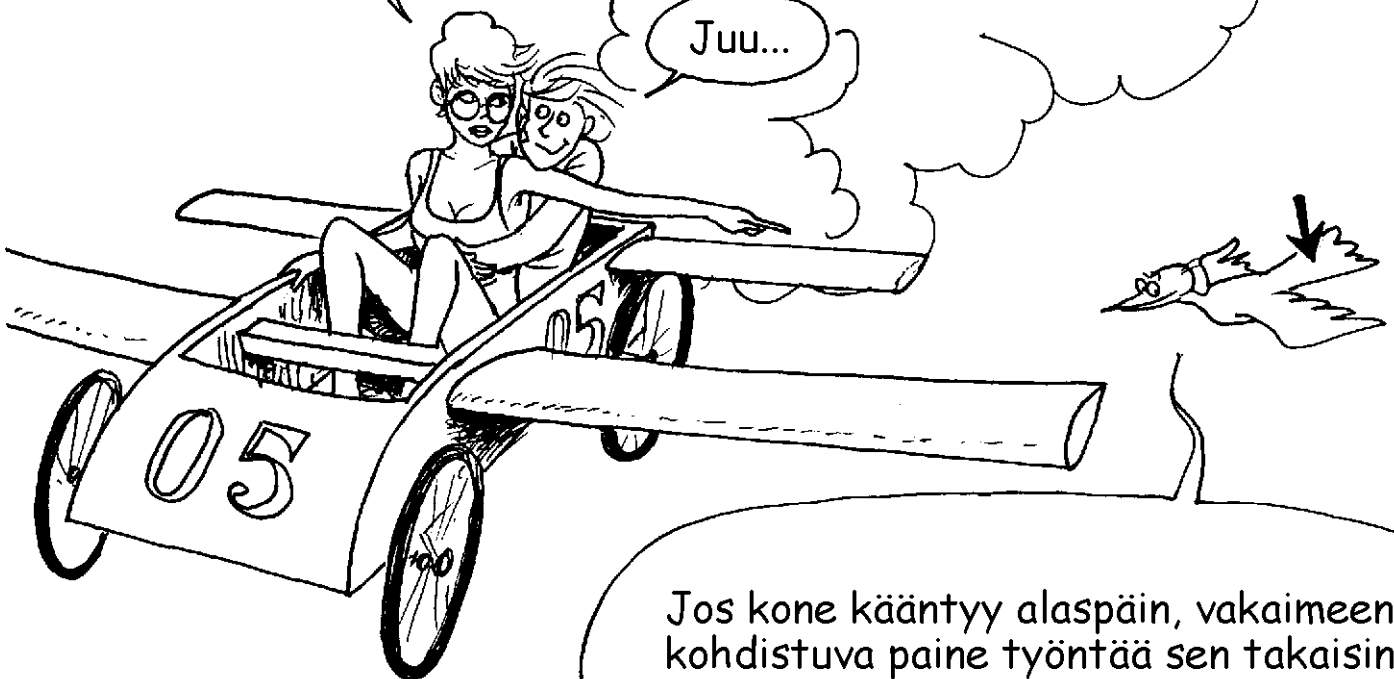




VAKAIN on pieni vastakkaiseen suuntaan kallellaan oleva siipi, joka saa aikaan negatiivisen nosteen ja vetää konetta alaspäin. Tämä estää LENTOKONETTA syöksymästä maahan.

Katso, Anselmi, tämä systeemi on itsestään vakaa.

Juu...



Jos kone kääntyy alaspäin, vakaimeen kohdistuva paine työntää sen takaisin lentolinjalle.



Samoin käy, jos kone
nousee ylöspäin.



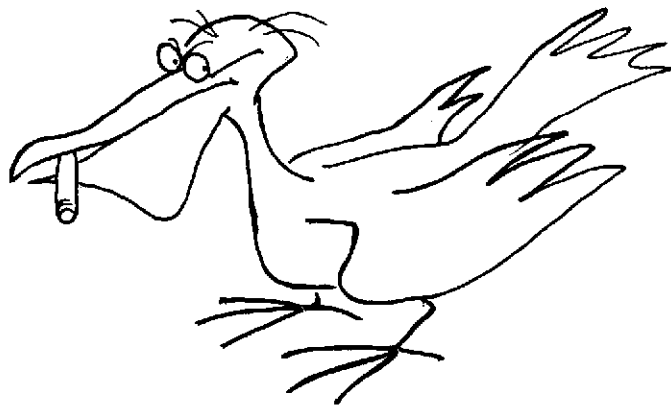
Anselmi, et edes
kuuntele minua!

Kylläpä...

On hanaa tietää
olevansa itsestään
vakaa!



Ja niin Anselmi siis oppi
lentämään. Loppujen lopuksi
se olikin helppo nakki. Ja hänen
kiinnostuksensa tiedettä kohtaan
vain kasvoi korkeuden myötä...



LOPPU

