

Savoir sans Frontières

FUKOODSAVAČ

Dobrodružství Anselmea Lanturlu

Jean-Pierre Petit

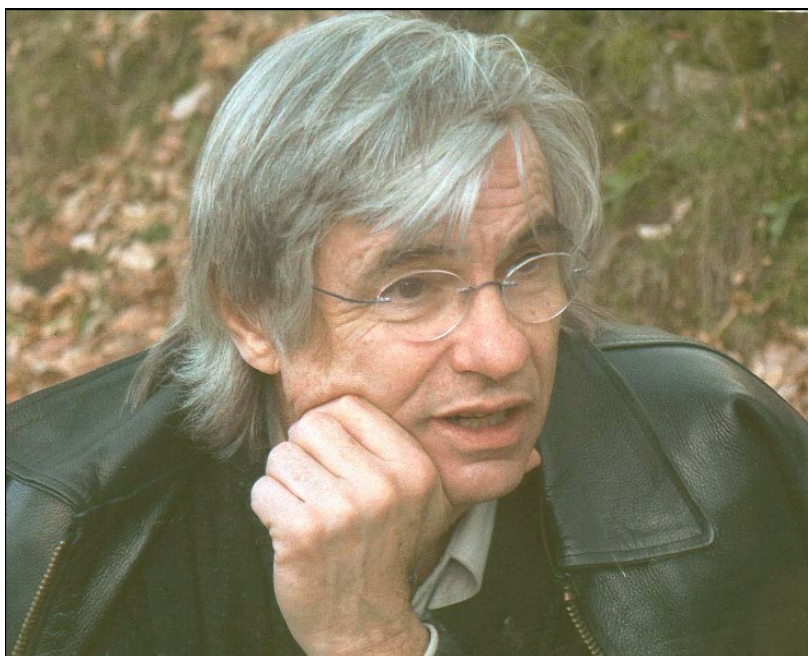


1

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

Věda bez hranic

Společnost podle zákona 1901



Jean-Pierre Petit, Prezident společnosti

Bývalý vedoucí výzkumu v CNRS, astrofyzik, autor nového literárního žánru: vědecký komiks. Založil v roce 2005 se svým přítelem Gillesem d'Agostini společnost Věda bez hranic. Cílem společnosti je zdarma šířit po světě vědu, vědecké a technické vědomosti nevyjímaje. Společnost fungující díky darům, platí překladatele 150 eur (v roce 2007) a hraří bankovní poplatky z převodu platby. Četní překladatelé každým dnem zvyšují počet přeložených děl (v roce 2007: 200 zdarma stažitelných děl ve 28 jazycích, včetně Laoštiny a Rwandštiny).

Tento soubor pdf může být volně duplikován a šířen, může být jako celek nebo jeho části používán učiteli k výuce, pod podmínkou, že se nebude jednat o výdělečnou činnost. Může být uložen do městských, školních nebo univerzitních knihoven, buď formou výtisku, nebo na síti typu Intranet.

Autor začal doplňovat sérii knih nejdříve jednoduššími díly (úroveň 12 let). Zároveň pracuje na „mluvících“ knížkách pro analfabety a „dvojjazyčných“ knížkách k výuce jazyků na základě mateřského jazyka.

Společnost hledá neustále nové překladatele do jejich mateřských jazyků, kteří vlastní technické dovednosti, díky nimž knihy dobře přeloží.

Kontaktní adresa na úvodní stránce společnosti

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



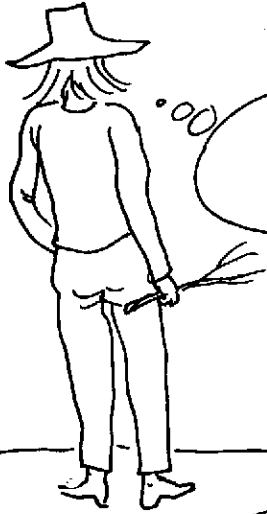
... chápejte, bez tření
vzduchu by bylo proudění
kolem trupu zcela jiné
a nevytvořilo by
vznosnou sílu...

PŘEDMLUVA

Jednoho dne ráno se Anselme probudil s velmi špatnou náladou.



Anselme pocí'oval smutek a prázdnotu. Země byla placatější než kdy jindy.
Dny se podobaly jeden druhému jako vejce vejci.



Max, kde
je Max?



Je tam nahoře.
Ten se ale má!




MAXI,
JÁ CHCI
TAKY
LÉTAT!

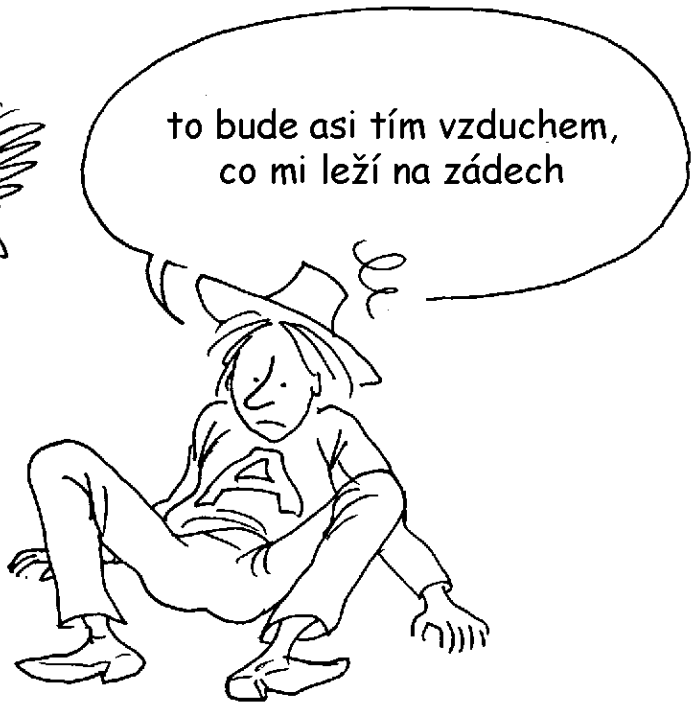


Létat? Ach bože!

Maxi, naučíš mě létat.
Nějak to půjde. Už mě to nebaví
plahočit se na téhle planetě!



Podívej, zvednu jednu nohu, a když zvednu
tu druhou dostatečně rychle, tak třeba...

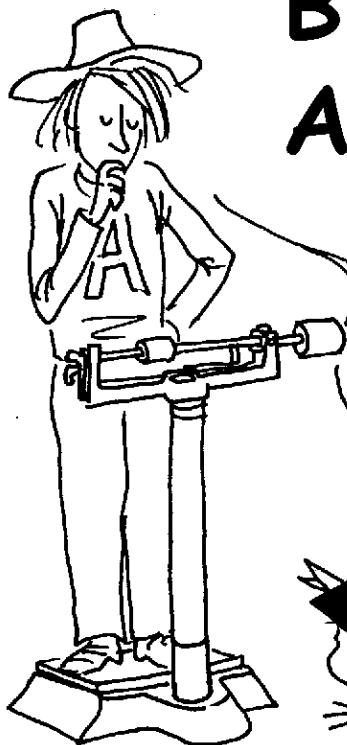


to bude asi tím vzduchem,
co mi leží na zádech



Naopak! Archimedův zákon snižuje tvou váhu o osmdesát gramů.

BYL JEDNOU JEDEN ARCHIMÉDES



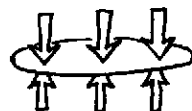
tím chceš říct, že když se vážím,
tak váha neukazuje kvůli Archimédově
zákonu mou skutečnou hmotnost?



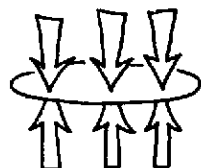
Přesně tak. Ve skutečnosti
vážíš o 80 gramů víc.



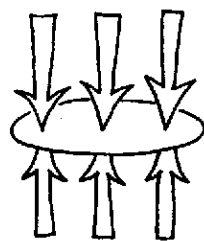
O Archimédově zákonu se
pořád mluví a mluví, ale
co to vlastně ve skutečnosti je?

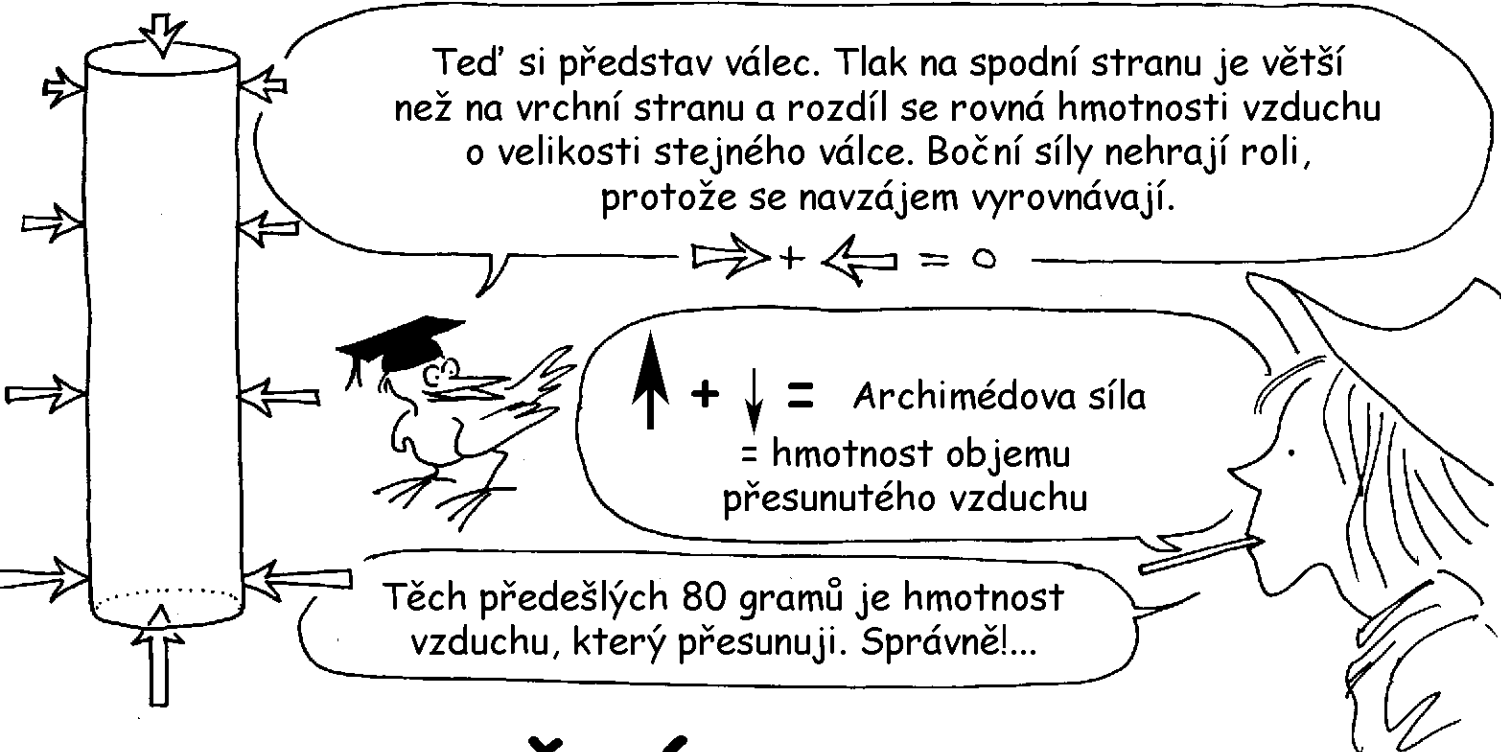


Síla působící
na kotouč
ponořený do
kapaliny:



Představ si kotouč ponořený do atmosféry.
Sloup vzduchu nad ním tlačí na jeho vrchní stranu.
Čím vyšší je sloup vzduchu, tím je síla větší.
Ale pokud je kotouč nesmírně tenký, tak na jeho
spodní stranu působí stejná a protichůdná tlaková síla
a součet sil se rovná nule.



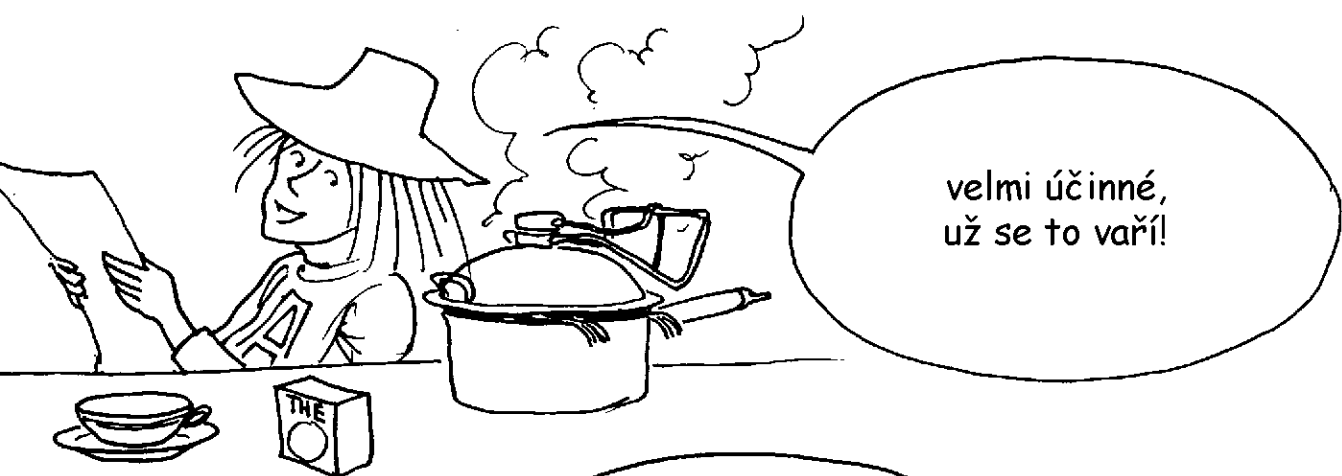


KONVEKČNÍ PROUD

osmdesát gramů...
to asi na létání
stačit nebude...

uvařím si čaj



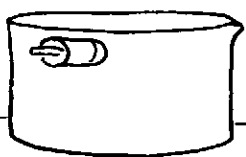


velmi účinné,
už se to vaří!

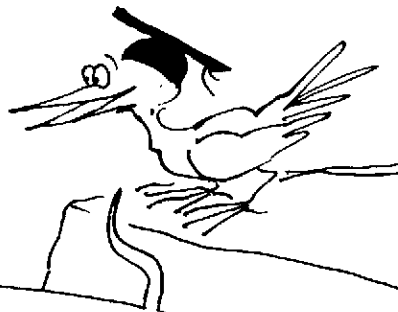


ale ten čaj
je úplně studený!!

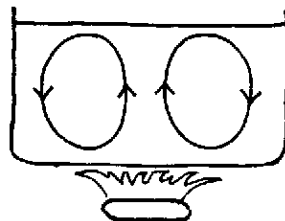
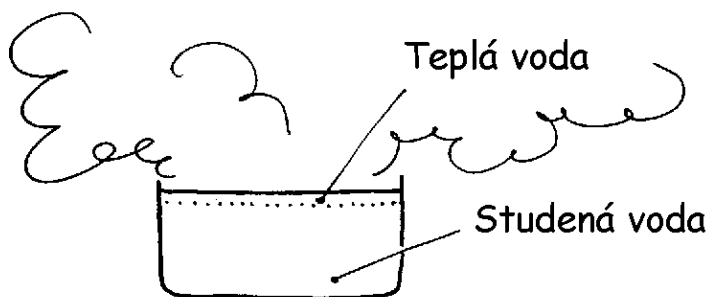
voda v hrnci
taky!!!



copak se mi to zdálo?
Ta voda se před
minutou vařila!

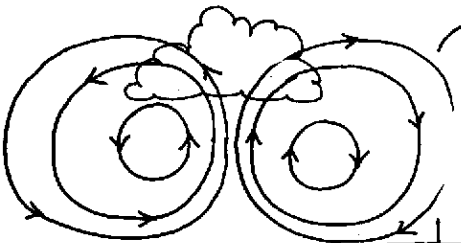
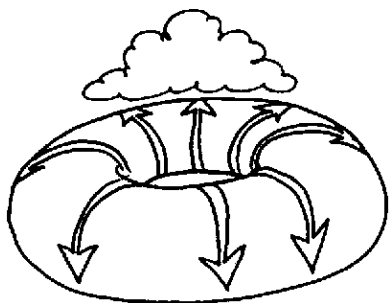


Ohříváš pouze povrch a
tato tenká vrstva teplé vody
se rozpíná, tudíž řídne a plave.
To je všechno.



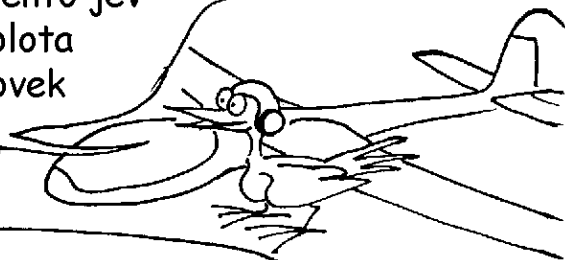
Naopak, když ohříváme vodu zespoda, tak se v tomto bodě voda rozpíná, řídne a dostane tendenci stoupat. Na povrchu zchladne, stlačí se na menší objem a znovu po okraji klesne. Tomu se říká PŘIROZENÁ KONVEKCE.

V atmosféře dochází ke stejnému jevu. Některá místa na zemi vstřebávají víc slunečního tepla. Vzduch na těchto místech velmi zvlhne (čím je teplejší, tím více může obsahovat vody ve stavu páry). Rozpíná se a začíná stoupat. V nadmořské výšce se schladí a vodní pára se srazí na kapky a vytvoří krásný mrak kupu, neboli KUMULUS.



TEPELNÝ BOD

Teplota vzduchu je díky tomuto "míchání" stejnorodější. Kdyby tento jev neexistoval, tak by teplota na zemi dosahovala stovek stupňů.



Když se pověším na jednu z těchto teplých vzduchových bublin, tak třeba jednoho dne vzlétnu?



sakra, dávej pozor, kam šlapeš!!



kdo to tu mluví?

Běžte přemýšlet
někam jinam!

K sakru, málem jste
na nás šlápnul.

Jé, promiňte.

Létat? jako by život
nebyl dostatečně složitý!

Zprvé, naši vědci prokázali,
že to je matematicky nemožné!

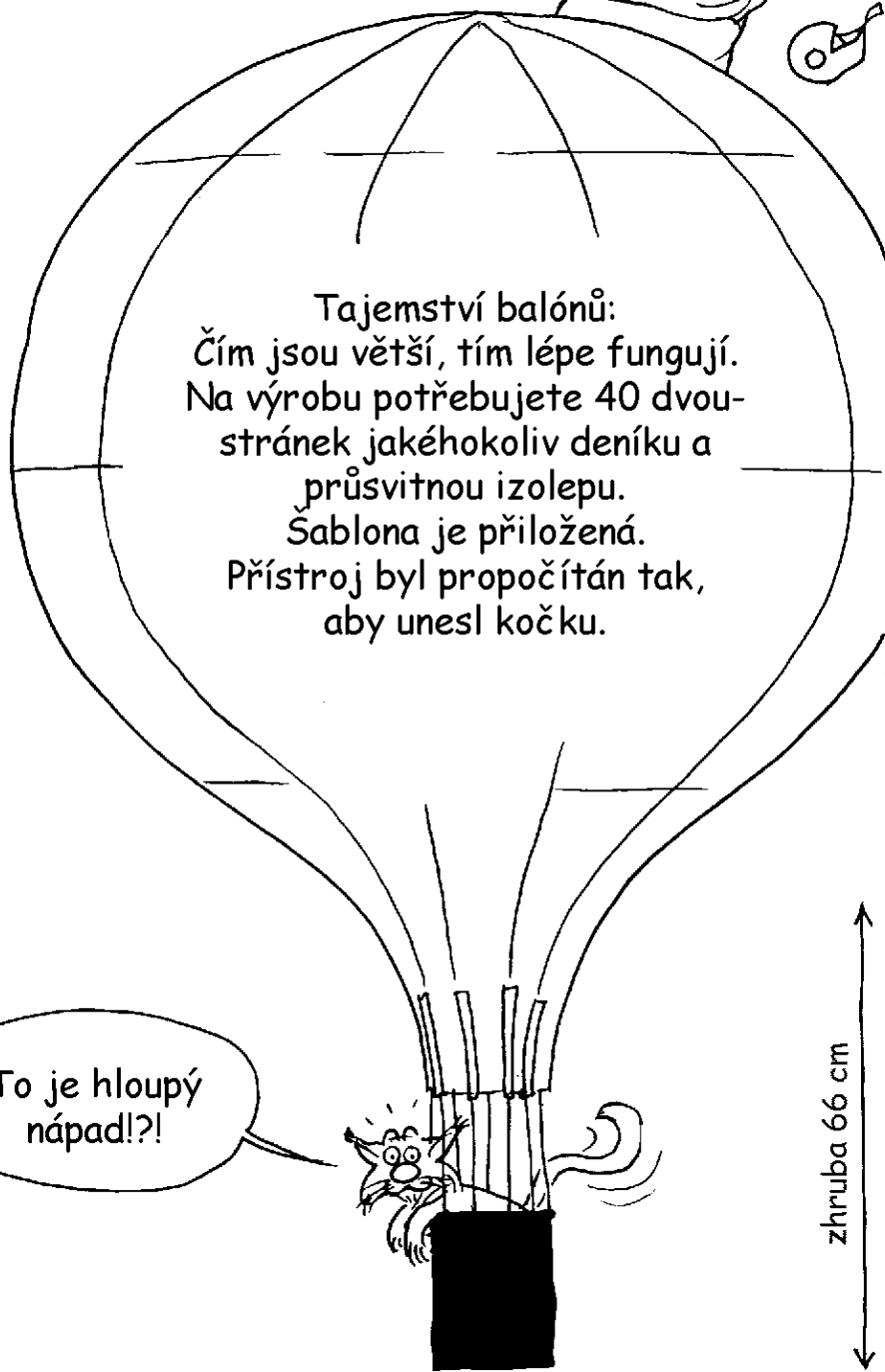
A opravdu si myslíte,
že lidé nemají na práci
něco důležitějšího, než... létání!

To jsou věci!...

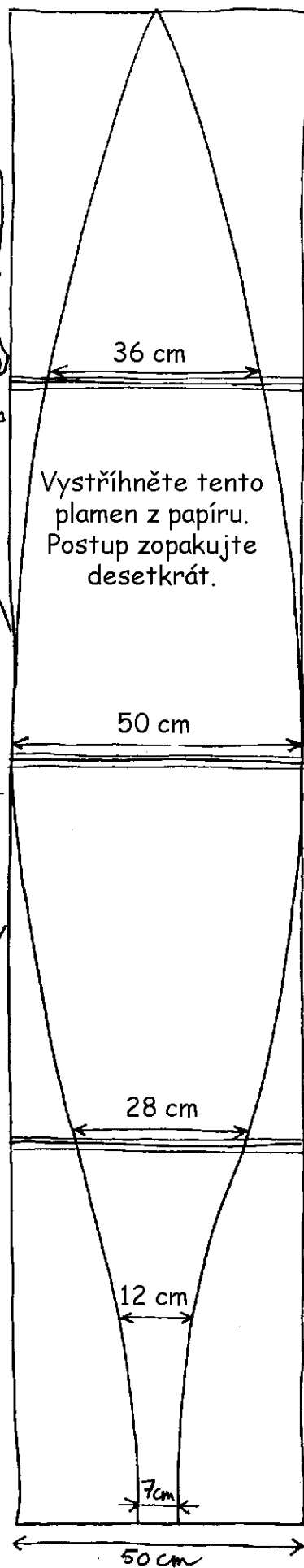
La, la,
la

už jsem na to přišel:
strčím teplou vzduchovou
bublinu do nějakého pouzdra

LEHČÍ NEŽ VZDUCH



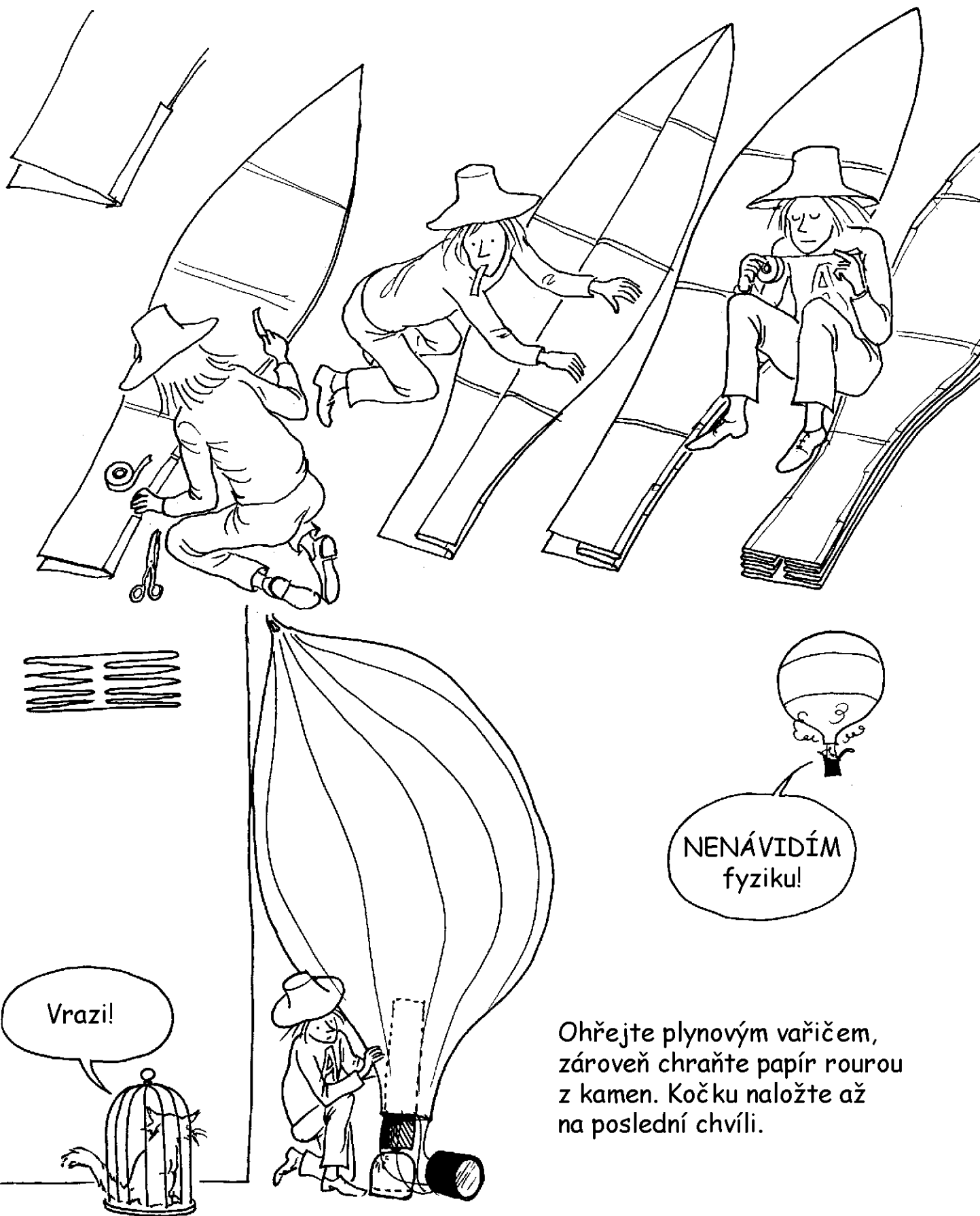
Tajemství balónů:
Čím jsou větší, tím lépe fungují.
Na výrobu potřebujete 40 dvoustránek jakéhokoliv deníku a průsvitnou izolepu.
Šablona je přiložená.
Přístroj byl propočítán tak, aby unesl kočku.



čtyři dvoustránky novin slepené izolepou

To je hloupý nápad!?!

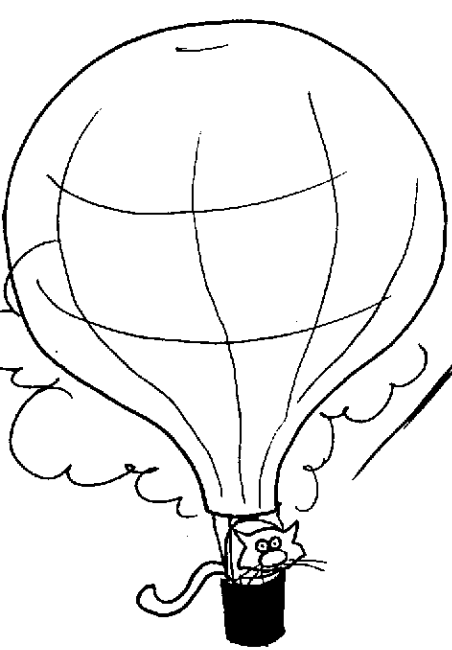
Takhle Anselme sestrojil svůj první přístroj lehčí než vzduch:



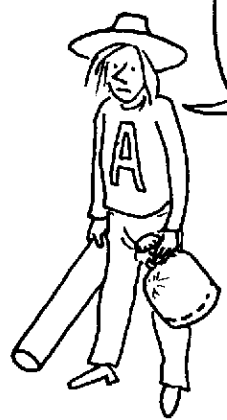
Vrazi!

NENÁVIDÍM
fyziku!

Ohřejte plynovým vaříčem,
zároveň chráňte papír rourou
z kamen. Kočku naložte až
na poslední chvíli.



to, co dělám, ještě žádná kočka nedělala!




Papírový sen...
s tím vysoko nevzlétnu.
A hraje si s ním vítr.
Nemůžu ho dovést, kam chci...

V čem je tedy tajemství létání?




Pospěš si,
už nemůžu!






Nic nezmůžu, nefunguje to.
Něco jsem nepochopil!

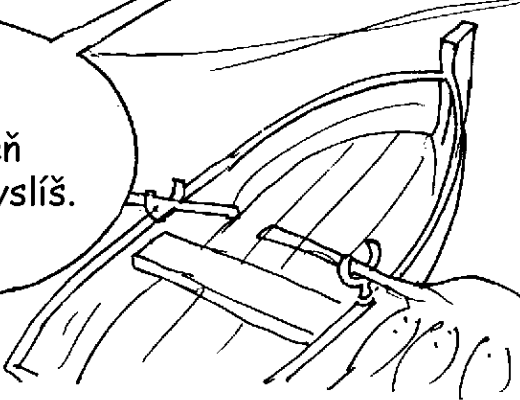


Ssss...
Ssss....

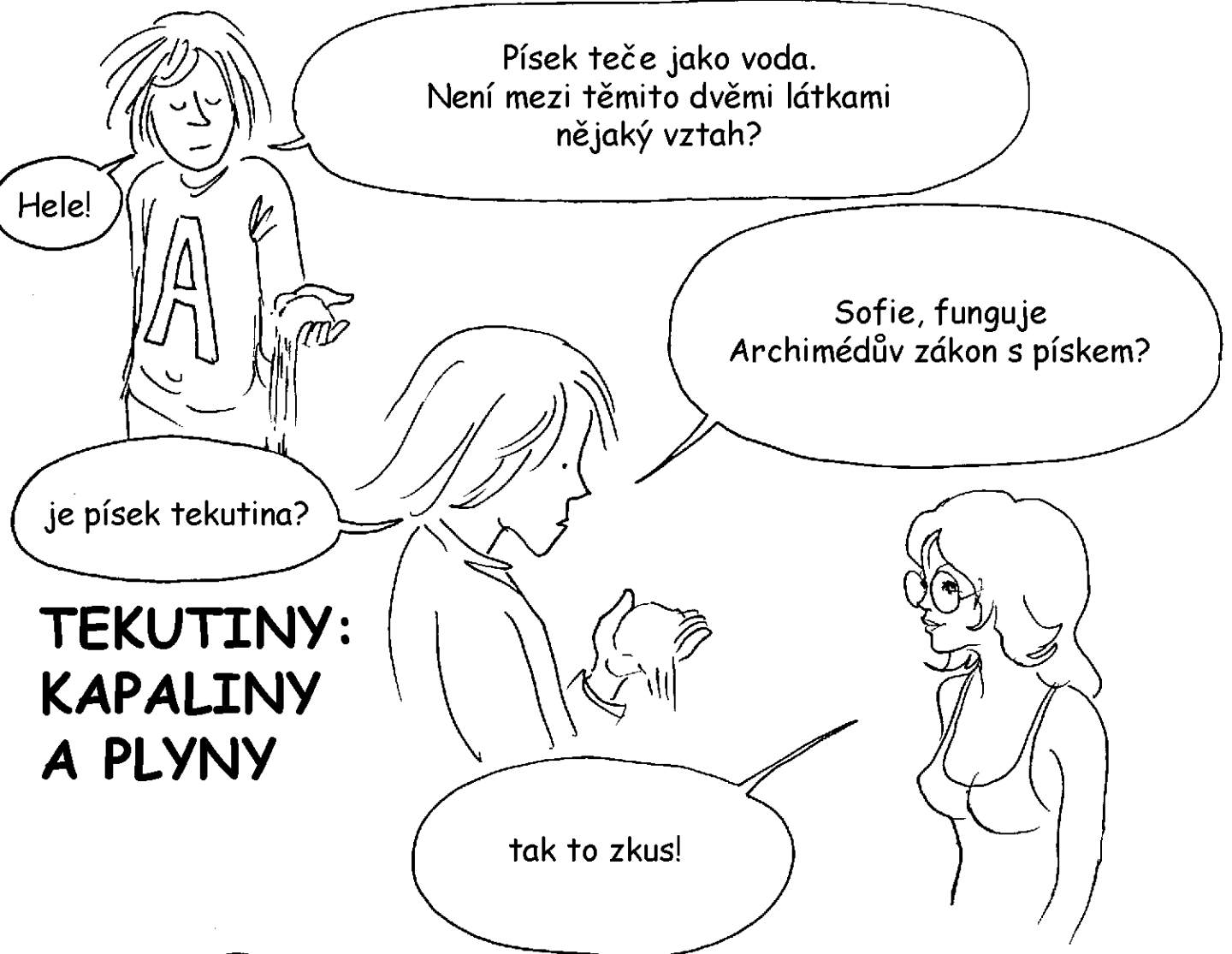


Anselme, abys mohl létat,
tak se musíš nejdřív seznámit
s MECHANIKOU TEKUTIN.
Létat, není vůbec snadné!

A co to vlastně je,
ta tekutina?
To je něco, co teče?



Ano, správně.
Ale je to zároveň
složitější, než si myslíš.



Hele!

Písek teče jako voda.
Není mezi těmito dvěma látkami
nějaký vztah?

Sofie, funguje
Archimédův zákon s pískem?

je písek tekutina?


TEKUTINY: KAPALINY A PLYNY

tak to zkus!




Mám dva předměty: minci a pinkponkový
míček. Pokud je písek tekutina, tak
podle Archimédova zákona, tyto předměty
ponořené do písku, budou nadlehčovány
silou rovnající se tíze objemu
přesunutého písku.

Je, je, jej...




Míček jsem zahrabal a minci jsem položil na povrch. Logicky by mince měla klesnout a míček stoupnout.

Nic...

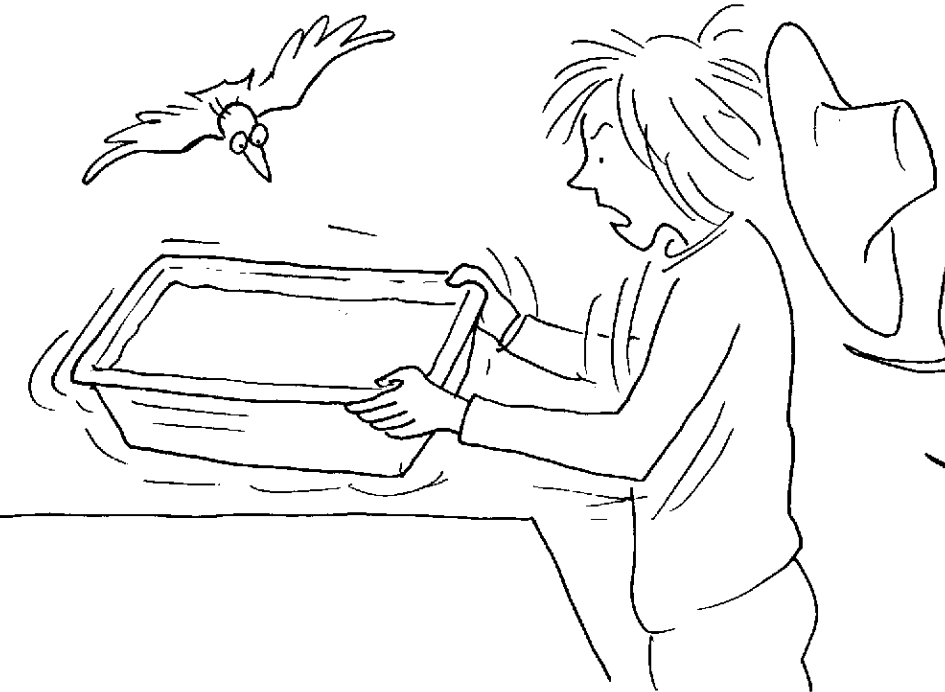


Třeba to je jen otázka času...



Ten váš kamarád se dočista zbláznil.

na fyziku si člověk musí dávat pozor

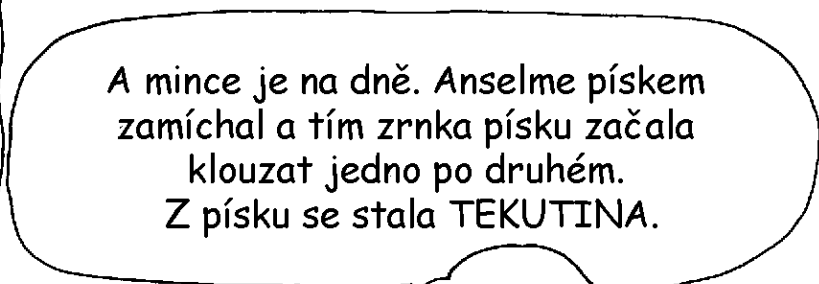


kdo mi navrhl takový hloupý pokus!

mám toho dost!



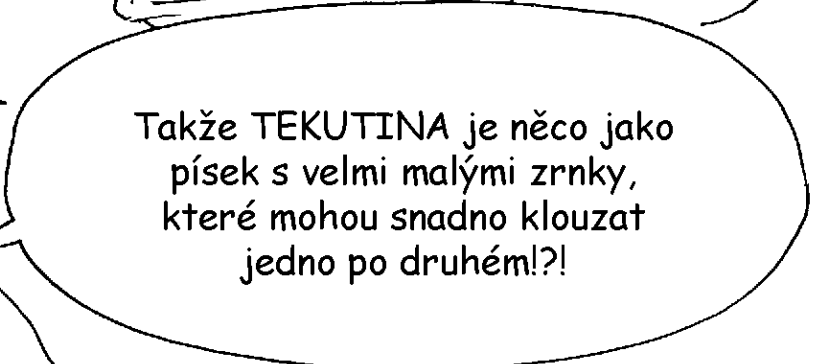
hele, míček
vypnul na povrch



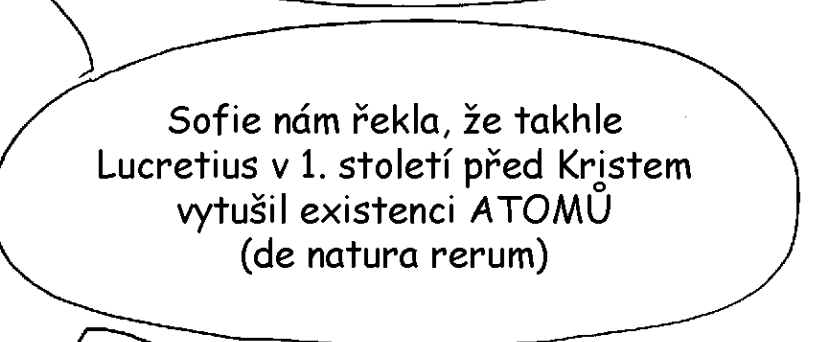
A mince je na dně. Anselme pískem
zamíchal a tím zrnka písku začala
klouzat jedno po druhém.
Z písku se stala TEKUTINA.



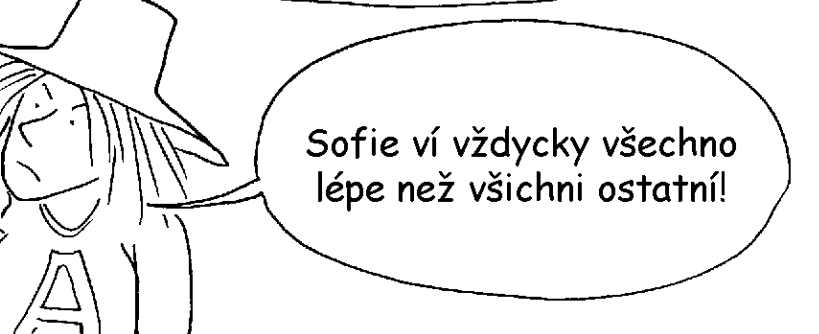
Sofie řekla, že čím jsou
zrnka menší, tím
je jev rychlejší



Takže TEKUTINA je něco jako
písek s velmi malými zrnky,
které mohou snadno klouzat
jedno po druhém!?!

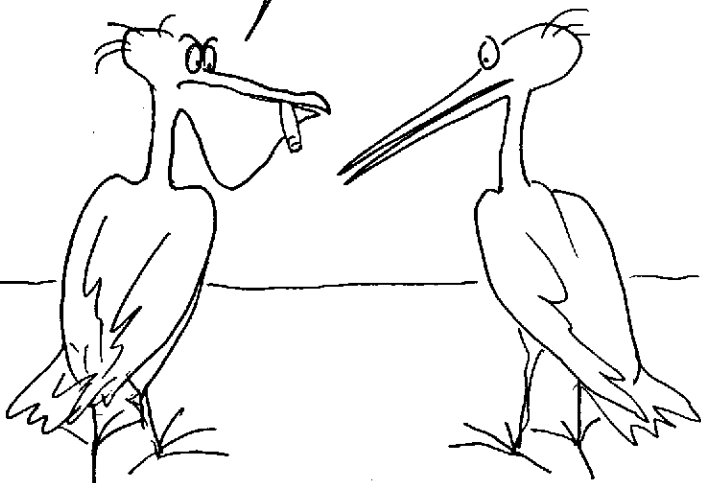


Sofie nám řekla, že takhle
Lucretius v 1. století před Kristem
vytušil existenci ATOMŮ
(de natura rerum)

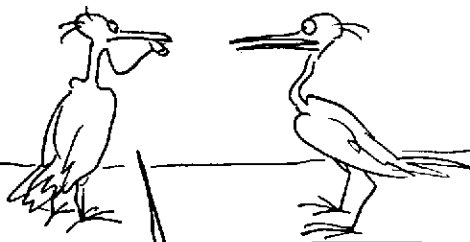


Sofie ví vždycky všechno
lépe než všichni ostatní!

Takže, můj drahý, camemberty
jsou asi velmi viskózní
kapaliny. A prý dokonce
i sklo... (*)



Chcete říct, že...
Archimédův zákon!...



neříkejte, že jsem řekl,
co jsem neřekl!

(*) sklo je skutečně velmi viskózní KAPALINA





Podívej, Anselme, ke správnému pochopení tekutiny je třeba si připomenout, že jde o seskupení molekul, které jsou jako malé míčky, odrážejí se a klouzají jeden po druhém v takzvaném MOLEKULÁRNÍM CHAOSU.

Šup do chaosu



V jednom cm^3 vzduchu, který vdechujeme, je dvacet miliard miliard těchto malých míčků. Tyto molekuly jsou tak malé, že je nelze spatřit ani tím nejsilnějším mikroskopem.

HUSTOTA



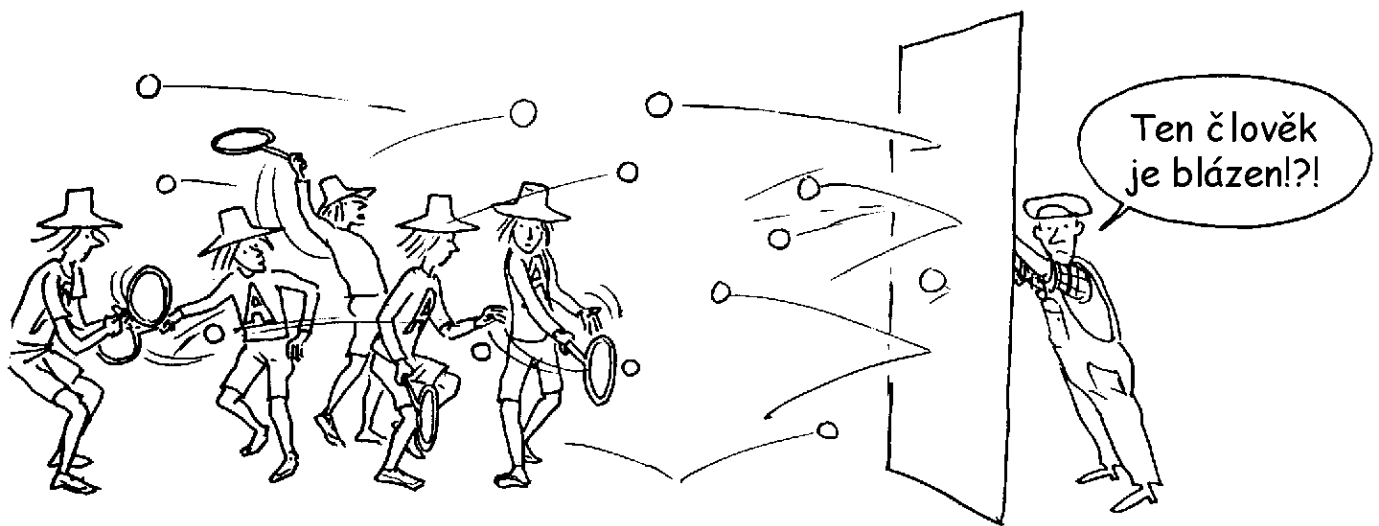
já to nechápu!

Pojem hustoty je natolik intuitivní, že jsme se o něm málem ani nezmínili.

je to počet molekul na jednotku objemu

TLAK

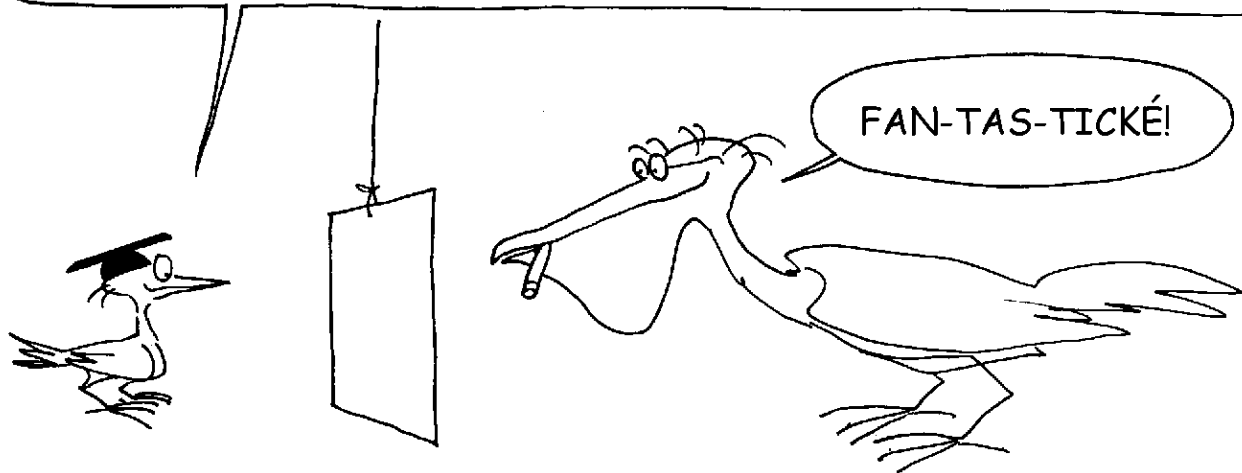




Na desku dopadají mnohonásobné nárazy molekul, což způsobuje jev, kterému se říká TLAK.

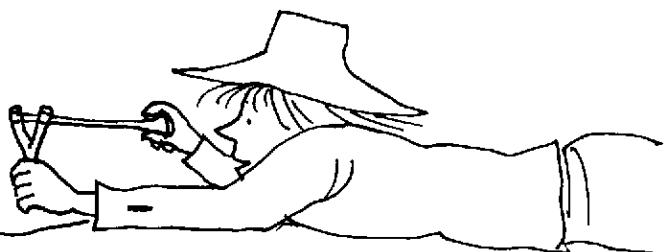


Nehýbe se, protože nárazy molekul se z obou stran vyrovnávají.

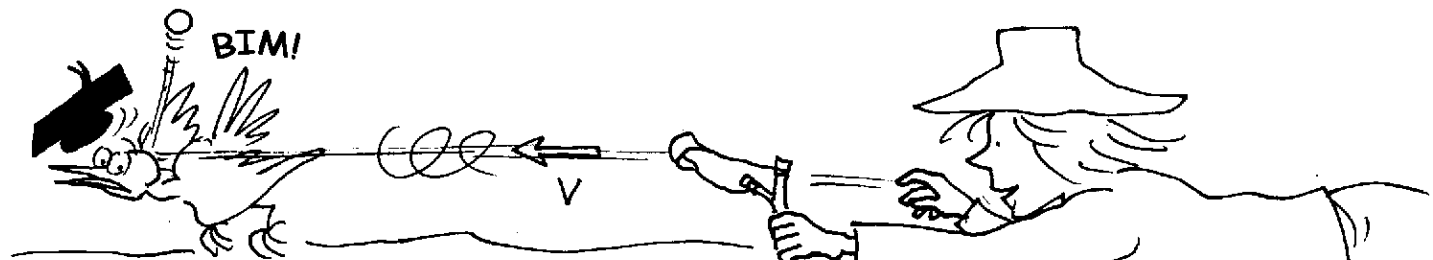


KINETICKÁ ENERGIE

předmět o hmotnosti m ,
pohybující se rychlostí V ...

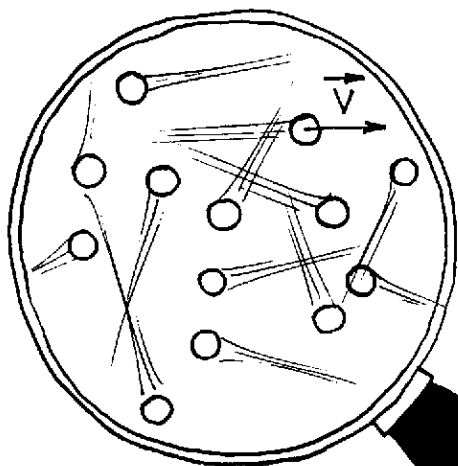


BIM!



obsahuje
KINETICKOU ENERGII
rovnající se $\frac{1}{2}mV^2$

TEPELNÁ ENERGIE



Tohle je část plynu. Molekuly o hmotnosti m se neuspořádaně pohybují všemi směry. Rychlosti se říká TEPELNÁ rychlost molekul V .

TEPELNÁ ENERGIE této části systému se rovná součtu $\frac{1}{2}mV^2$ (kinetických energií) všech molekul, které obsahuje.

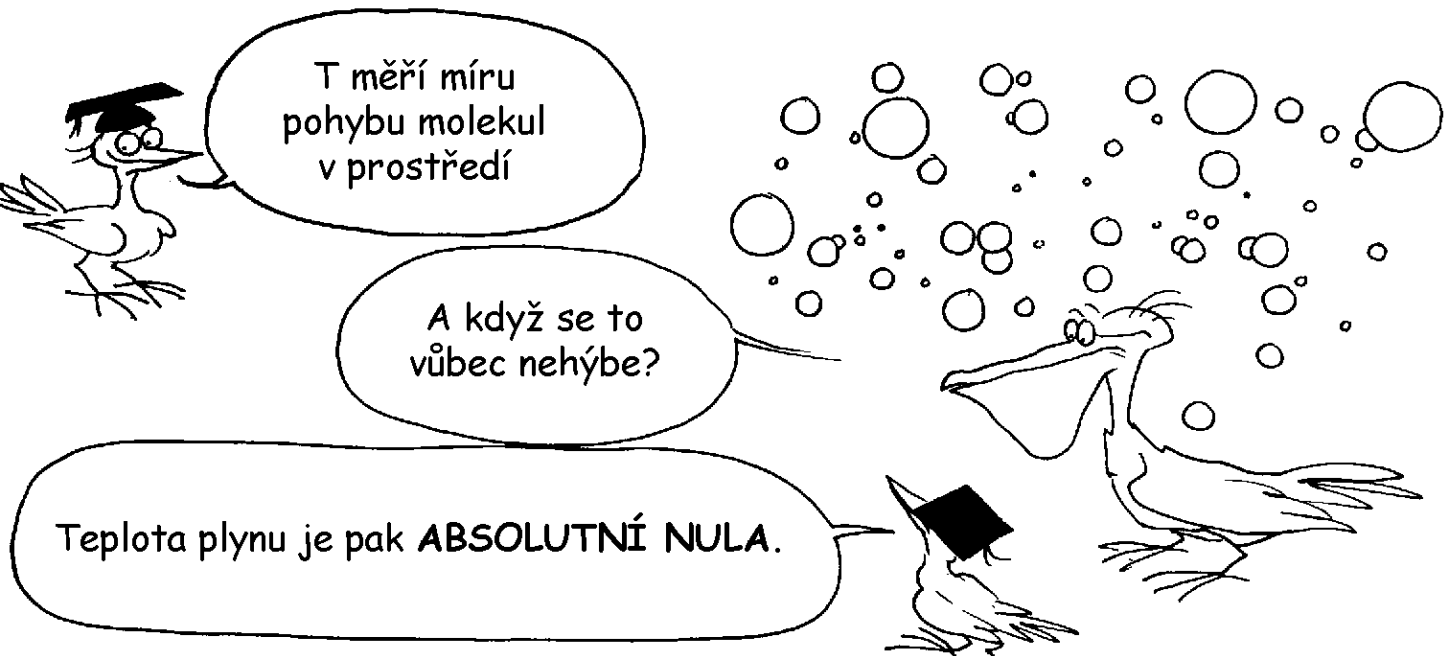


TEPLOTA



ABSOLUTNÍ TEPLOTA plynu je množství $\frac{1}{2}mV^2$
(kinetická energie pohybu) **JEDNÉ MOLEKULY** plynu.

Vedoucí



Níž to klesnout nemůže:
nelze se hýbat méně,
než když stojíme, ne?

Bez pohybu molekul nedochází k nárazům
na desku, tlak je nulový!

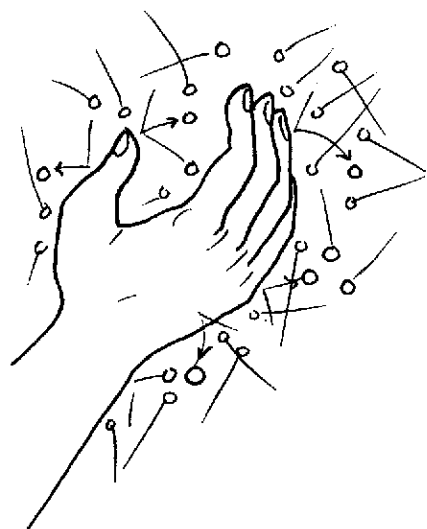
Už jsem to
pochopil!



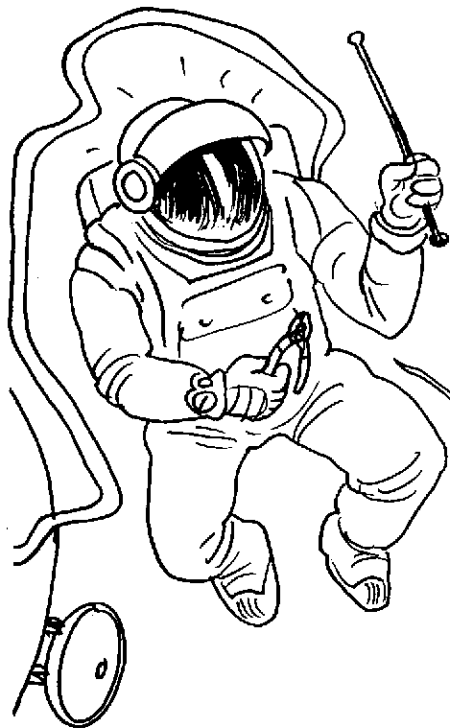
Shrnutí: čím víc látka obsahuje molekul,
tím rychleji se molekuly pohybují,
jejich teplota vzrůstá a tlak plynu stoupá.



TEPLO



Do předmětu ponořeného do kapaliny
naráží spousta molekul. Tímto způsobem
molekuly mohou předat nebo vyměnit
energii, **TEPLO**. S hustotou kapaliny
roste možnost předat teplo. Z tohoto
důvodu je voda lepším vodičem než vzduch.



Kosmonaut "chodící" ve vesmíru se pohybuje ve velmi řídkém vzduchu (deset molekul na centimetr krychlový). Rychlost pohybu molekul odpovídá teplotě 2500° . A přesto vzduch kosmonauta nepopálí, protože je moc řídký na to, aby mohl účinně předat svou teplotu.

Brrr... 2500° a mrznu!

Teplota je vysoká, ale proudění tepla minimální.

ENERGIE CELKU



Příklad: SYSTÉM obsahující N molekul a absolutní teplotu T

Anselme hodí láhev plynu tím, že jí předá CELKOVOU RYCHLOST V .

Celkové rychlosti v odpovídá CELKOVÁ KINETICKÁ ENERGIE $\frac{1}{2} Mv^2$



Chcete říct, že snad existují dva druhy kinetické energie?

M je celkové množství plynu obsažené v láhvi.



ano i ne...
Systém molekul obsažených v láhvi má VÝSLEDNOU ENERGII, která se rovná součtu ENERGIE CELKU a TEPELNÉ ENERGIE POHYBU.

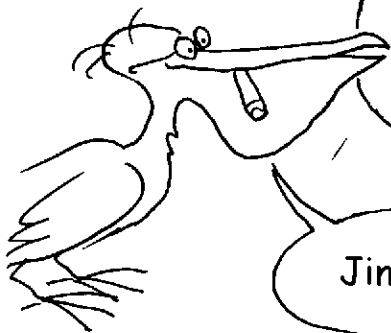
Tedy ta mechanika tekutin je hrozně složitá věc!



chceš létat?
tak se nauč létat!



Dobře... Kniha říká, že v systému molekul lze přeměnit tepelnou energii pohybu na energii celku.



Jinak řečeno: TEPLŮ na POHYB.

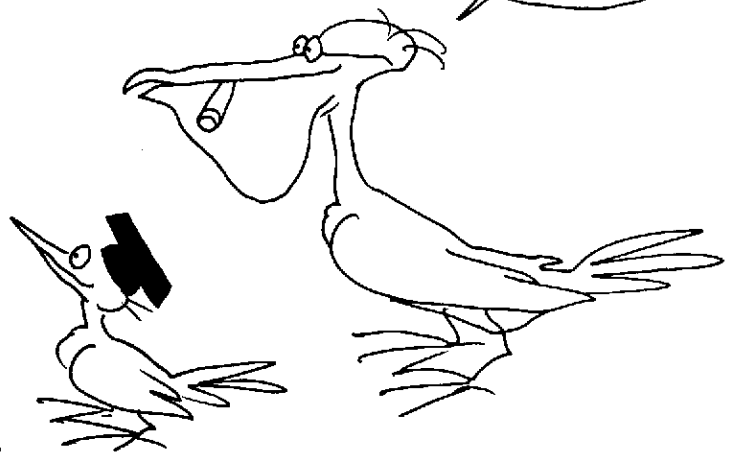




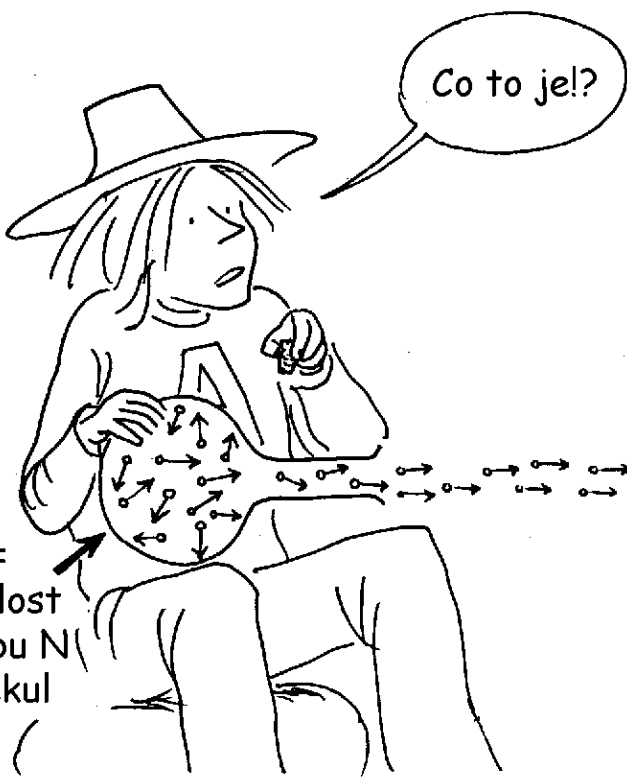
K tomu stačí vyndat špunt.

SYSTÉM N MOLEKUL:
TEPELNÁ ENERGIE
 $N \times \frac{1}{2} mV^2$

Zkus to!



ZACHOVÁNÍ ENERGIE



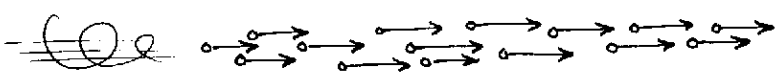
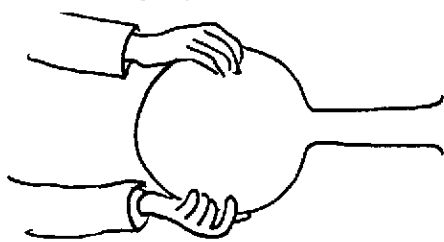
Co to je!?

Pro zjednodušení předpokládáme, že expanze plynu proběhne v prázdně a bez vnějších překážek.

VEDENÍ

$V =$
Rychlost
pohybu N
molekul

Pokud je přeměna TEPLA na POHYB úplná, tak budou mít všechny molekuly stejnou rychlost v (rychlost celku) a energie



systemu se rovná energii celku $N \times \frac{1}{2} mv^2$

Podle **ZÁKONA O ZACHOVÁNÍ ENERGIE**, celková energie systému, jinak řečeno součet energie celku a kinetické energie pohybu (tepelné energie), je v tomto procesu **NEMĚNNÁ**.

Vedení

Jestli jsem to dobře pochopil, tak v tomto konkrétním případě kompletní expanze, zachování energie odpovídá $N \times \frac{1}{2} mV^2 = N \times \frac{1}{2} mv^2$ neboli $v = V$.

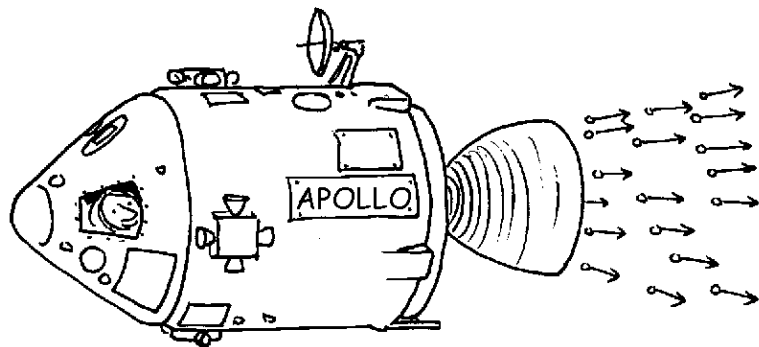


zcela správně!

Použití v praxi přeměny tepelné energie na kinetickou energii celku:

REAKTIVNÍ POHON

Tryska raketového motoru, připomínající "kalíšek na vejce", má tvar, který dovoluje co nejlepší přeměnu tepla na rychlost. Hnací síla je důsledkem toho, že během této expanze, součet tlakových sil na pouzdro není už nulový.



pochoopil
jsem to!

K létání zjevně musí stačit
foukat vzduch směrem dolů.

Zkusme to
takhle

hm, moc to nejde...

KLAP!

Podívej, Anselme, ptačí křídla
mají jiný tvar než deštník!
Vždycky chceš všechno pochopit moc rychle.
Musíš pokračovat...

hm, hm...

máš pravdu
Sofie

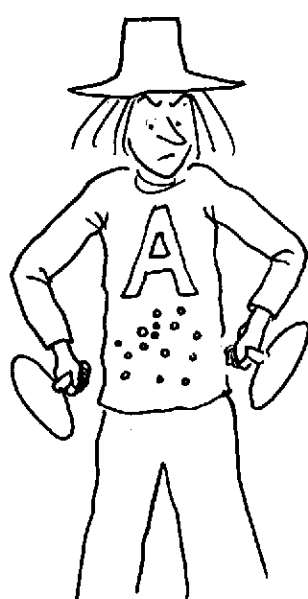
je dobře
zakroucená!

vy jste taky
pěkně zakroucený

PROUDĚNÍ PŘI NEMĚNNÉ HUSTOTĚ



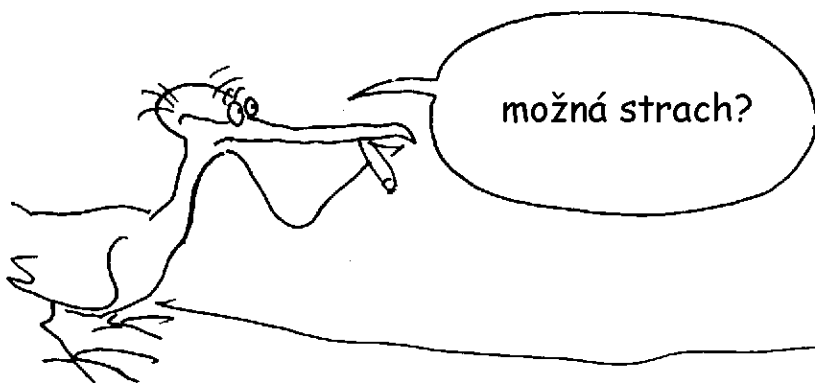
Výraz "volný jako vzduch" má něco do sebe. Molekuly plynu se děsí promiskuity. Za každou cenu se snaží udržet si od ostatních co největší odstup.



Tímto způsobem nikdy hustotu vzduchu nezvýším

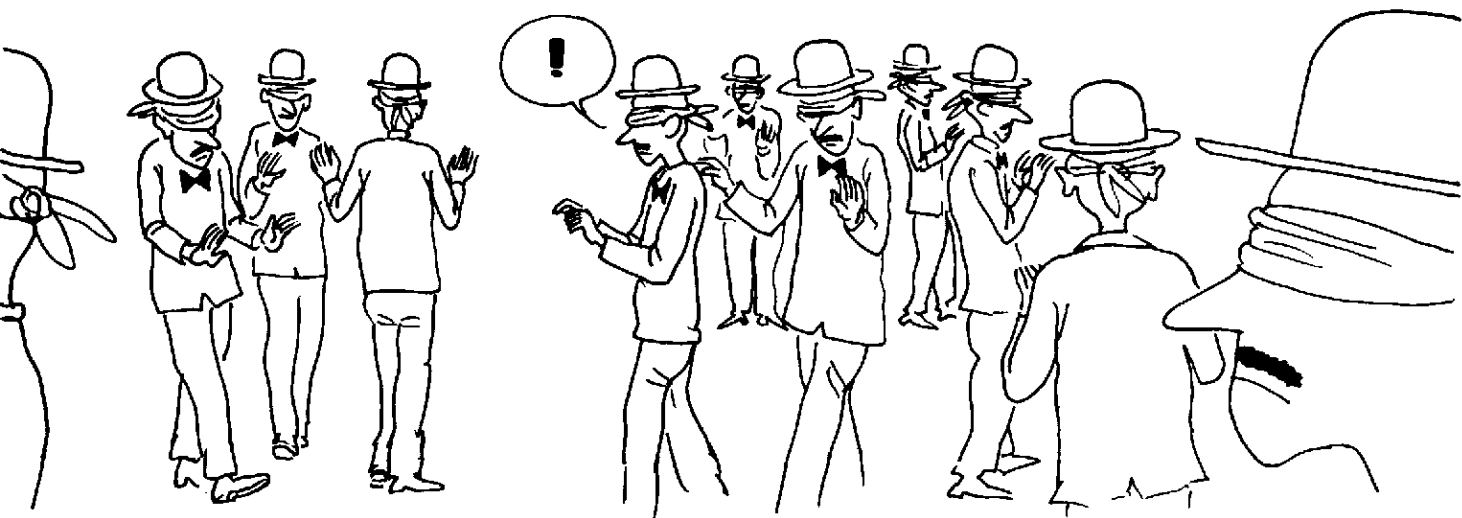
Vedle! Jseš pomalý! Viděly jsme, jak se blížíš.

Co odežene molekuly v okamžiku, kdy se páčky přiblíží?



možná strach?

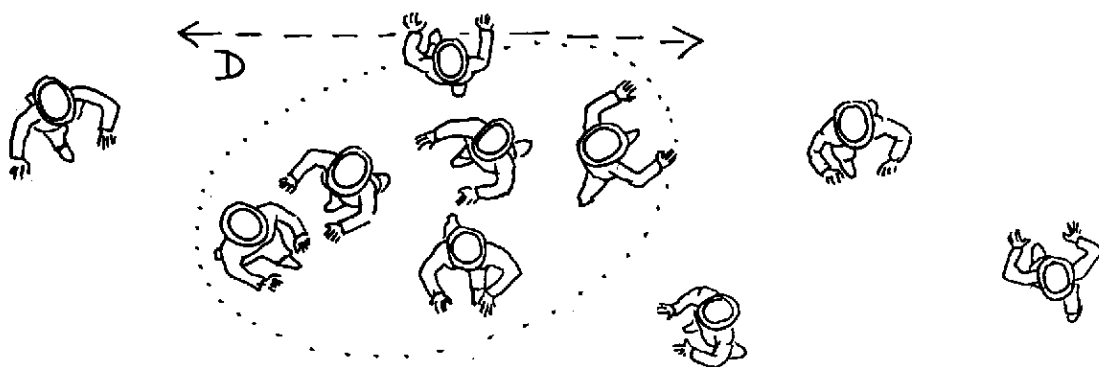
Představte si místo, kde bloudí lidé se zavázanýma očima. Budou zastupovat molekuly, které se náhodně pohybují všemi směry rychlostí, která odpovídá tepelné rychlosti pohybu V .



Nemíří na žádné konkrétní místo. V průměru každou t vteřinu, poté, co ušli vzdálenost l , do sebe narazí. l říkáme VOLNÁ PRŮMĚRNÁ DRÁHA a t říkáme DOBA VOLNÉ PRŮMĚRNÉ DRÁHY.

Ve vzduchu, který dýcháme se V , tepelná rychlost pohybu blíží 340 m/s. Volná průměrná dráha molekul se rovná zhruba jedné stotisícině centimetru, zatímco doba, která uplyne mezi dvěma srážkami molekuly s jejími sousedy, se rovná pouze jedné desetitisícině milióntiny vteřiny.

Nic nenabádá tyto lidi se zavázanýma očima, aby se seskupili, naopak: Jejich neustálý pohyb by každé seskupení o poloměru D rozehnal v čase D/V .



To je ve skutečnosti doba, kterou potřebují postavy k tomu, aby ušly vzdálenost D , tudíž opustily místo seskupení.



Ti lidé jsou navíc ještě hlušší a vidí jenom na dosah svých rukou.

Když do davu vnikne předmět o rychlosti v nižší než je rychlost pohybu V , tak se to osoby dozví tak, že budou postupně do sebe narážet. A díky tomu budou moci uhnout DŘÍV, než do nich předmět narazí.

Tato informace se pohybuje rychlostí jejich chůze, jinak řečeno rychlostí pohybu V .

ZVUK

je tlakový impuls šířící se při NEMĚNNÉ HUSTOTĚ. Je to tlaková vlna, která se šíří rychlostí V .

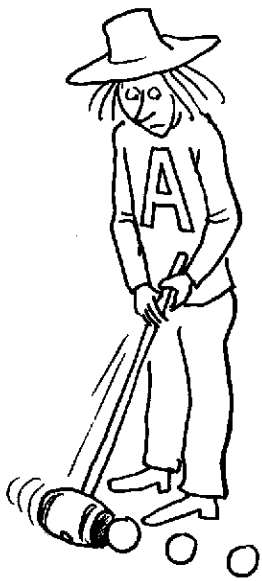


Je důležité správně pochopit, že zvuk odpovídá šíření vlnění a nikoliv šíření hmoty.

zvuk je TLAKOVÁ VLNA

Molekuly se dozví rychlostí ZVUKU o sebemenším přiblížení Anselmeových pálek. Mohou tedy snadno utéct a zároveň si zachovat svou NEMĚNNOU HUSTOTU.



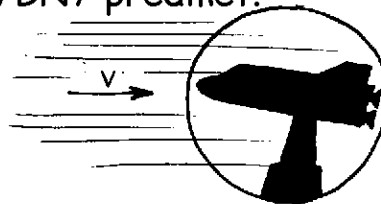


Anselme postavil do řady krocketové míčky. Předá impuls prvnímu míčku, který ho předá druhému... a tak dále.
Lineární znázornění šíření ZVUKU.

Šíření impulsu



Pojem rychlosti je RELATIVNÍ. Takže v pro nás bude jednak rychlost předmětu v nehybné tekutině a zároveň i celková rychlost plynu, který působí na NEHYBNÝ předmět.



(technická místnost)

POMĚRU $Ma = \frac{v}{V}$ se říká MACHOVO ČÍSLO.

V JE RYCHLOST ZVUKU.

JESTLIŽE $v < V$, TAK $Ma < 1$,
TUDÍŽ TEKUTINA BUDE V PODZVUKOVÉM
REŽIMU POHYBU.
PROUDĚNÍ BUDE PROBÍHAT PŘI NEMĚNNÉ
HUSTOTĚ A BUDE SE MU ŘÍKAT
"NESTLAČITELNÉ" PROUDĚNÍ.

VEDENÍ

BERNOULLIHO ROVNICE

Trochu to tu smrdí!

je tu cítit krtek! A co by tu jako mělo být cítit jiného?

Podívejme se na to, Daniel Bernoulli: švýcarský fyzik, 1700 - 1782...

?

Takhle by to mělo být dobré

co to tam nahoře kuchtí?

Tak, hotovo.

co je hotovo?

můj automatický
větrací systém

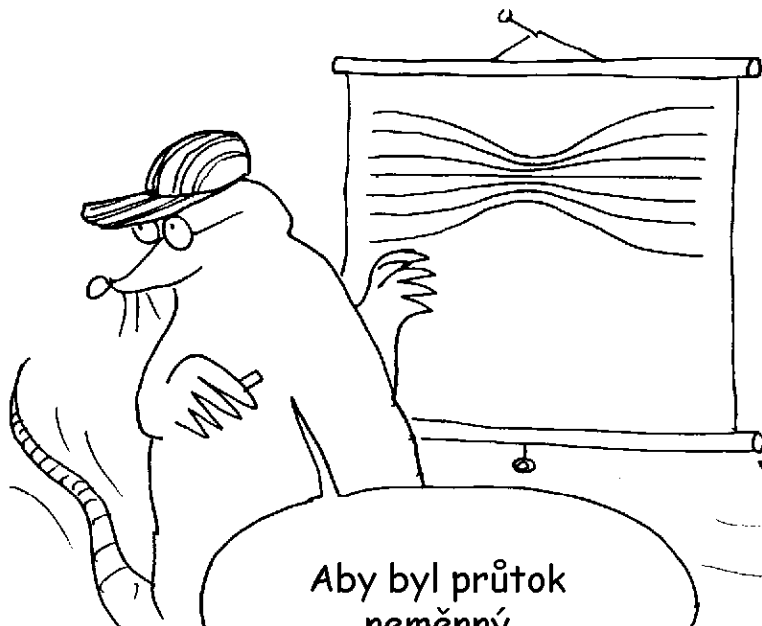
Fouká příjemný vítr.
Cítíš to odsávání?

?!?

Ano, ale proč je
vzduch z nory vysáván?

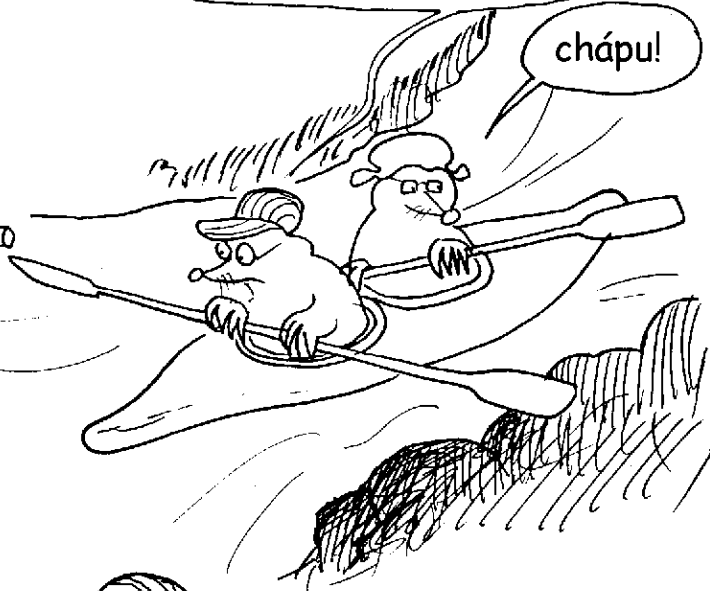
tumulus překáží vzduchu
v pohybu. Aby ho vzduch
zdolal, tak musí zrychlit.

proč
zrychlit?



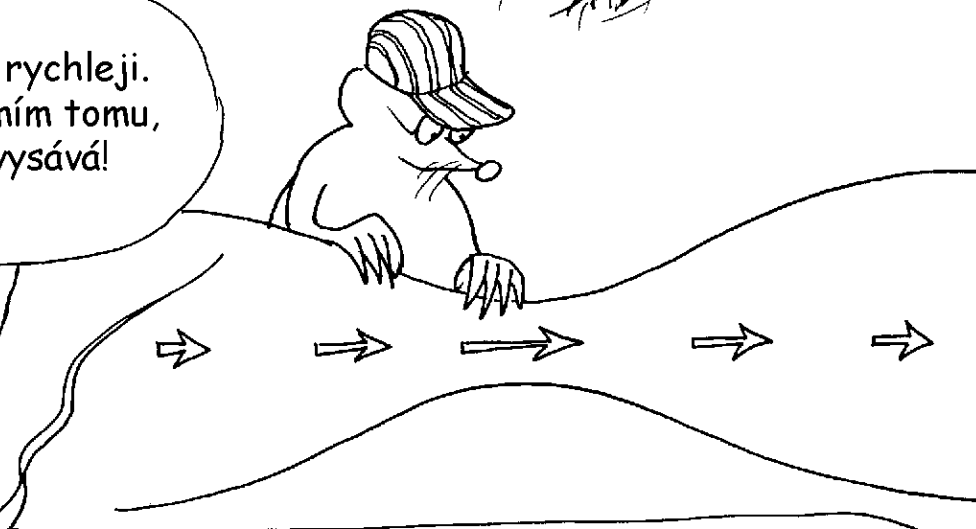
Jako v peřejích v řece

chápu!



Aby byl průtok
neměnný

Hm, jde to rychleji.
Ale nerozumím tomu,
proč to vysává!



Představ si část tekutiny (spoustu molekul), která protéká zúžením. Její energie zůstane neměnná. Zrychlení proběhne na úkor tepelné energie, tudíž pohybu částic.

A když rychlost
pohybu klesne,
tak se sníží tlak.

A protože tlak se mění
v závislosti na teplotě a na
hustotě, tak tlak bude
klesat.

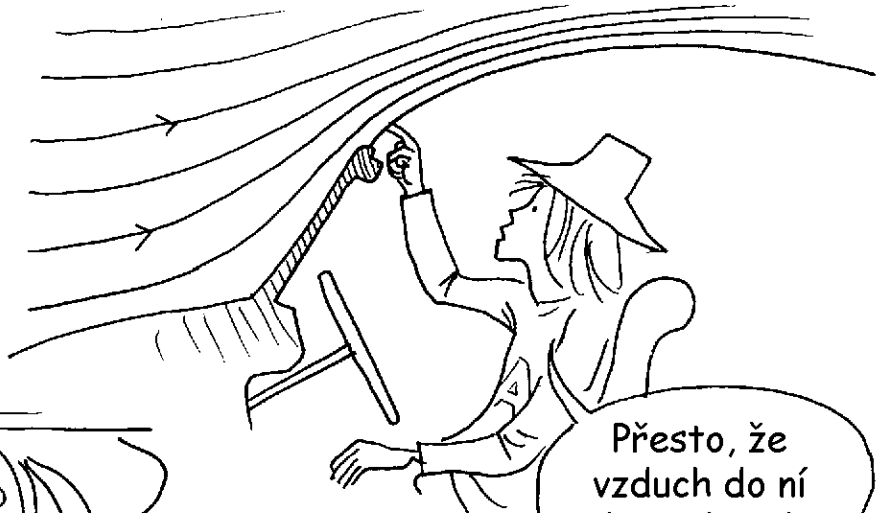
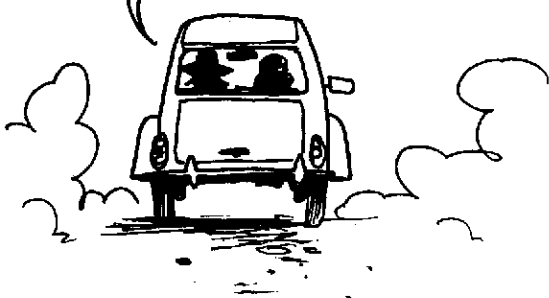
A proto bude
vzduch z nory odsáván.



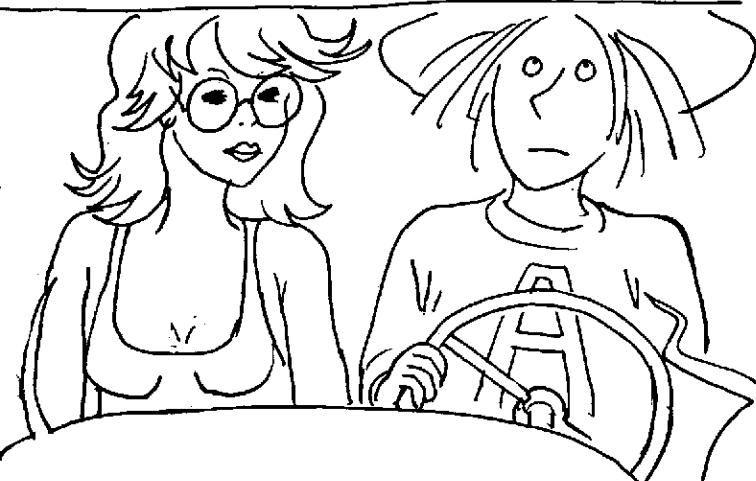
ale jak to, že
jste tak chytrý?

Dřív jsem
byl krtkem*

To je divný. Když jsme stáli, tak nebyla kapota auta napnutá
a prohýbala se dovnitř. A teď když jedeme, tak je celá
nafouklá směrem nahoru.




Přesto, že
vzduch do ní
bije zhora!



Je to stejné jako s krtčí norou.
Citroën 2CV se jí
trochu podobá, nemyslíš?

Takže vzduch musí zrychlit,
aby se při neměnné hustotě
autu vyhnul.
Teplota klesá, tudíž tlak také
a vzduch vsakuje kapotu.
Chápu.

* Poznámka překladatele: krték - slangově student vysoké školy



jde o stejný jev jako
v mém rozprašovači parfému



jev, který díky větru
vysává kouř z komínů

Odkdy komíny
mluví?

To je divné,
spíš bych si myslela,
že se vzduch bude
v tom trychtýři hromadit.

Znění
BERNOULLIHO ZÁKONA:

Tlak a rychlost se nepřímo
úměrně mění.

vedení



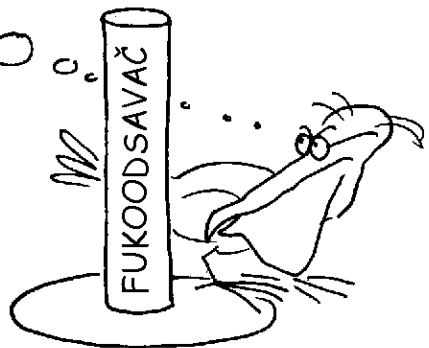
Ve skutečnosti se mechanika tekutin často přičí
naší intuici a zdravému rozumu.

Příklad

PARADOXU

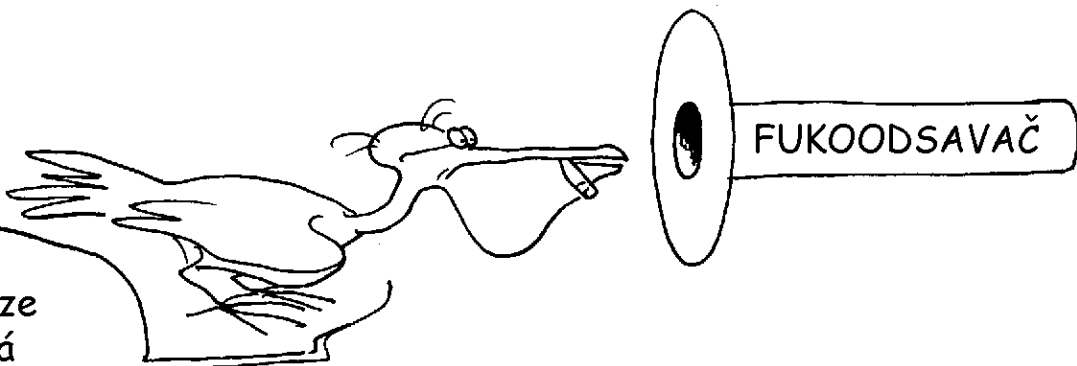
Bernoulliho zákona:

Kruh by mě
vůbec nenapadl.
Ale co...



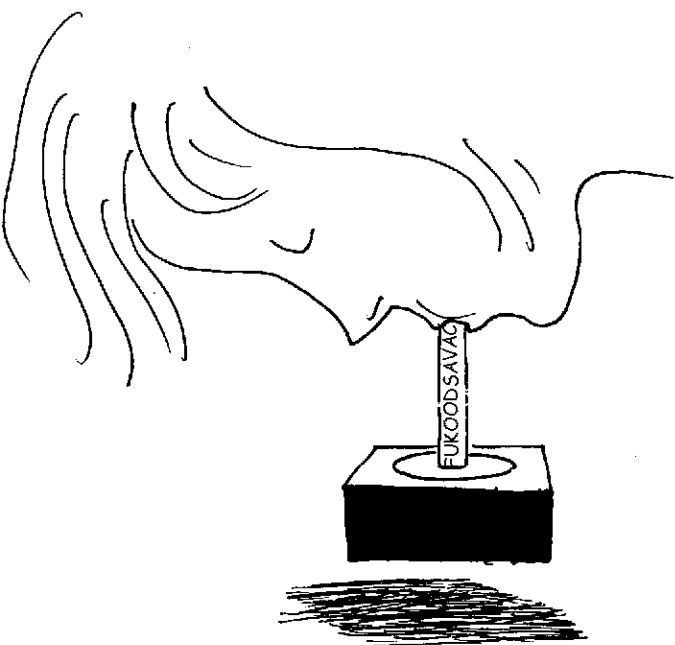
co to je tohleto?
Zase nějaký jejich
výmysl!

zjevně to je pouze
trubka nalepená
na kotouč



na krabičku zápalek
položil trubičku!!!



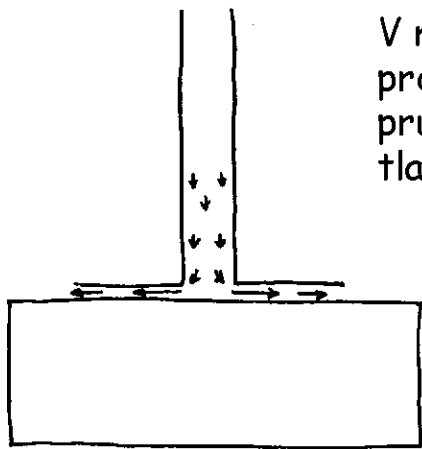


Fouká.. a krabička se zvedá!!!



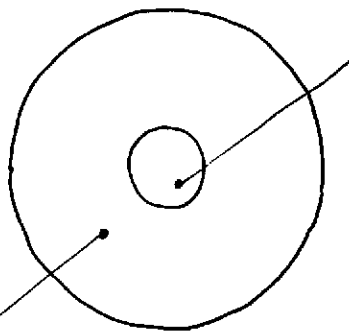
běda...

Jak může člověk něco foukáním vsát?

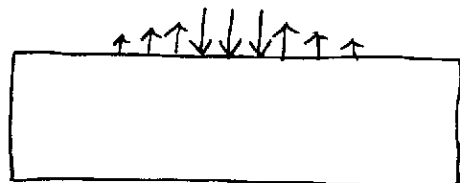


V místě dotyku trubičky s kotoučem, úsek, kterým proudí plyn se náhle zmenší a proudění vzduchu se prudce zvýší. Tlak bude tudíž nižší než atmosférický tlak.

Obvodová část je proti atmosférickému tlaku v podtlaku.

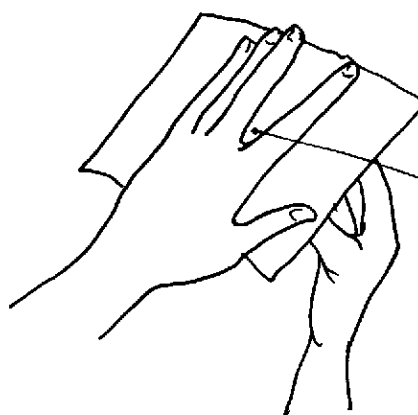


Část strany krabičky, která je naproti hlavnímu přívodu, bude vzhledem k okolnímu tlaku v přetlaku.



Výsledkem tohohle všeho
je vysávání.

Můžete uskutečnit podobný pokus
s obyčejným listem papíru:



Takhle ho držte

sem **VELMI** silně foukněte

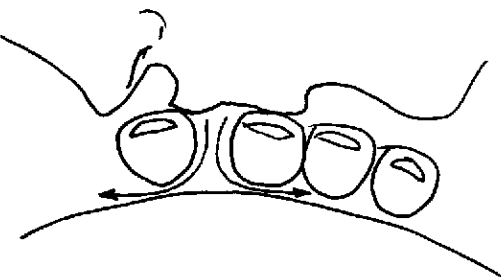


Hned po výdechu papír
pusťte.
Chvilinku zůstane
jako přilepený.

Nota bene:

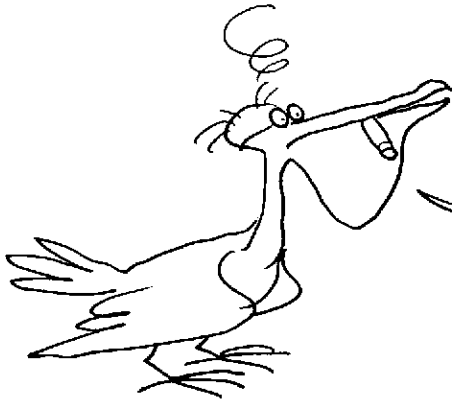
Je třeba fouknout **SILNĚ!**

Vedení





pojd' se
prolétnout



po tom všem, co jsem dnes
viděl, půjdu radši pěšky

Tekutina, hustota, tlak,
teplota, reakce, Bernoulli.
Mám k létání všechna
důležitá slova.

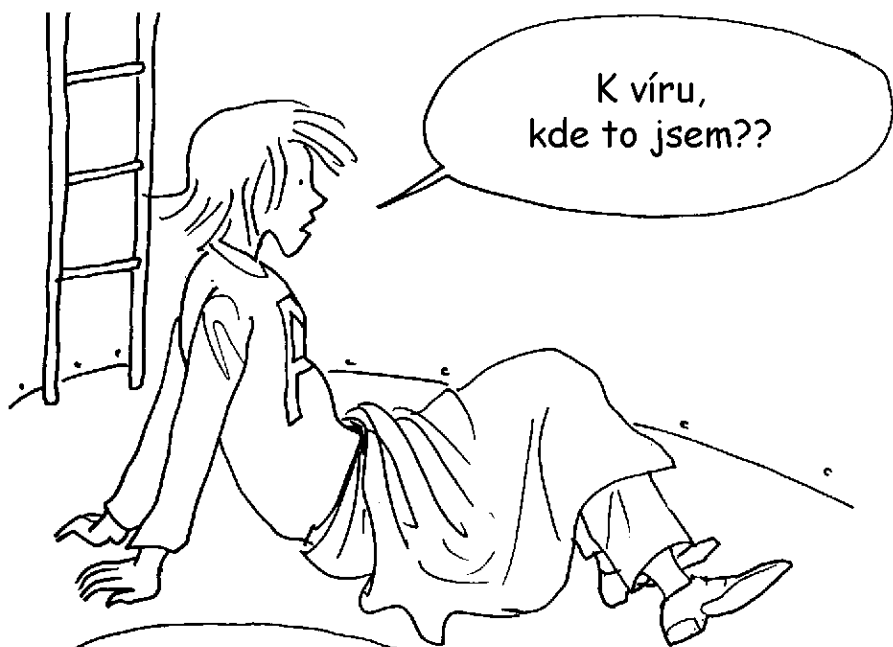


Ne, ještě
jedno ti chybí.

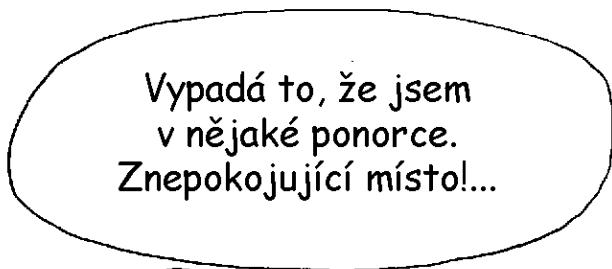
které?

?

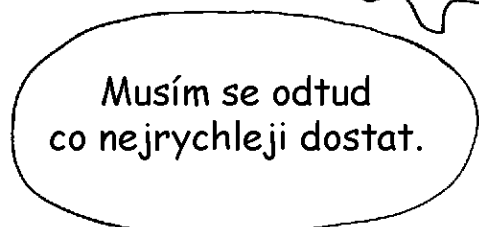
LANTURLŮV SEN



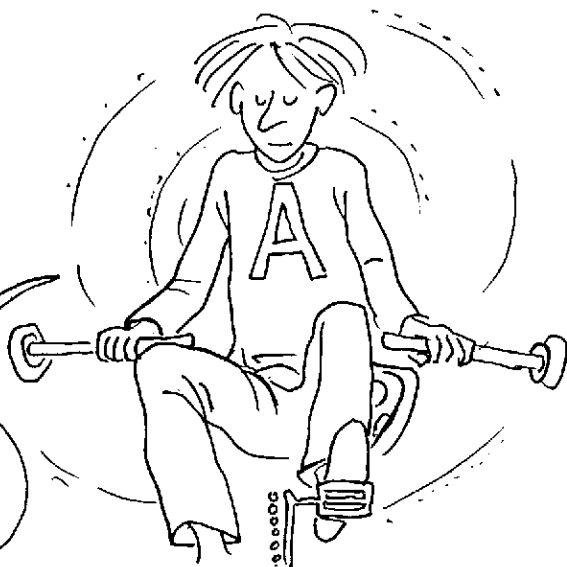
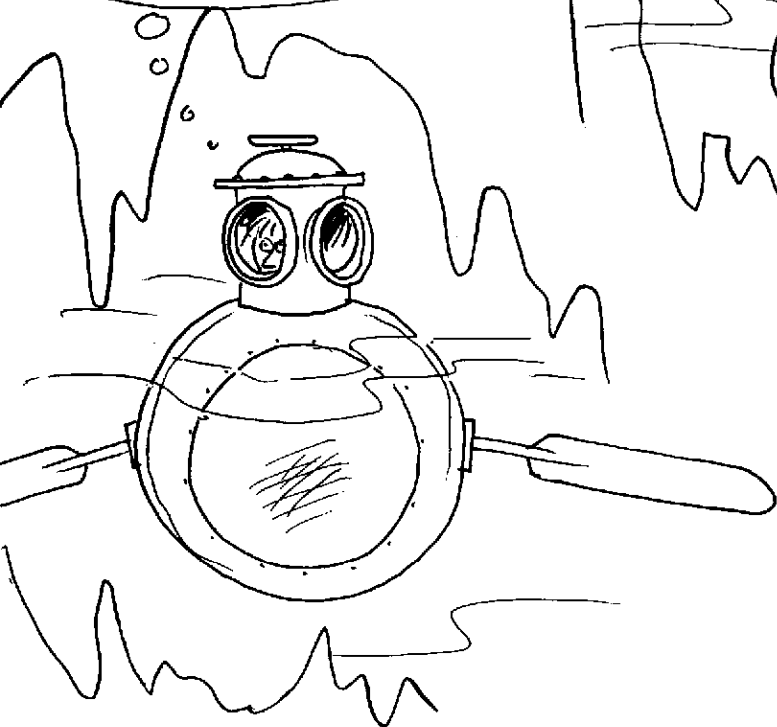
K víru,
kde to jsem??



Vypadá to, že jsem
v nějaké ponorce.
Znepokojující místo!...

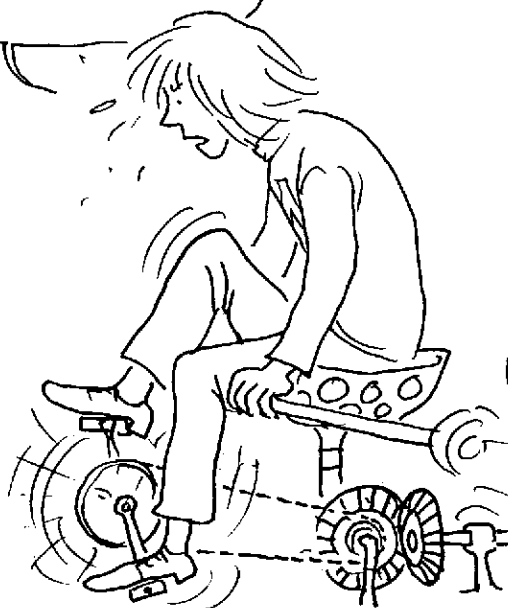


Musím se odtud
co nejrychleji dostat.

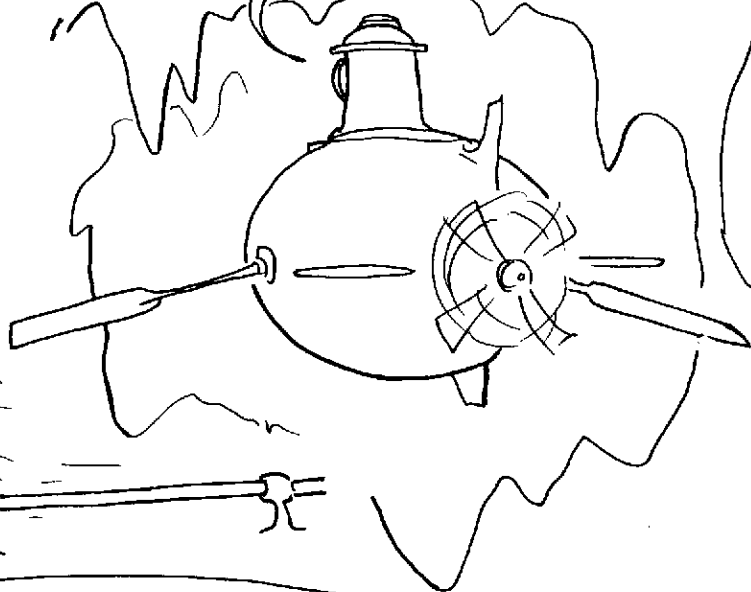


Tenhle stroj má dva způsoby pohonu.
Pádlá a šlapky, které hýbou vrtulí.

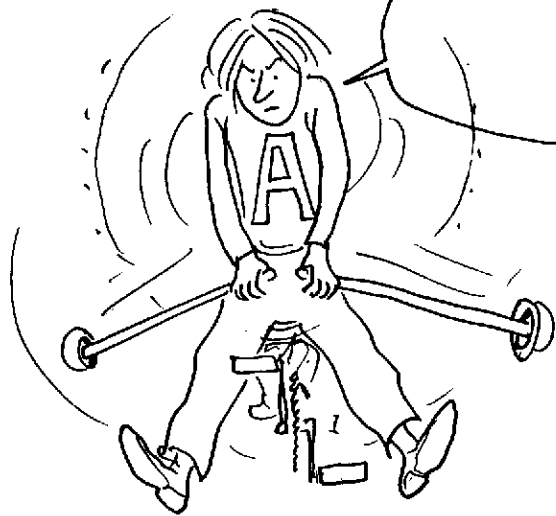
K čertu, už
šlapu hodinu...



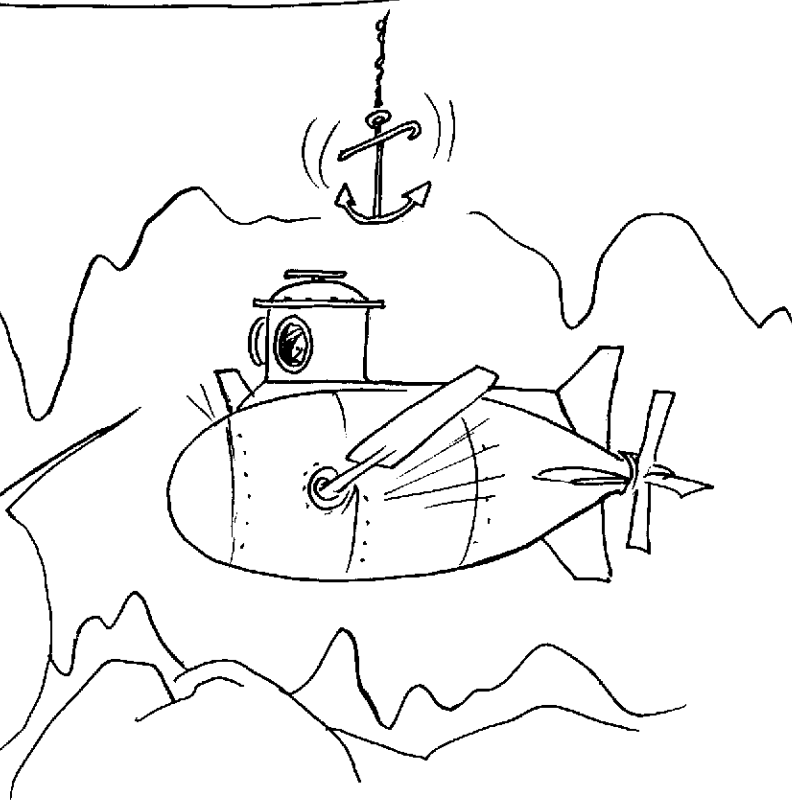
... a neposunul jsem
se ani o pídě

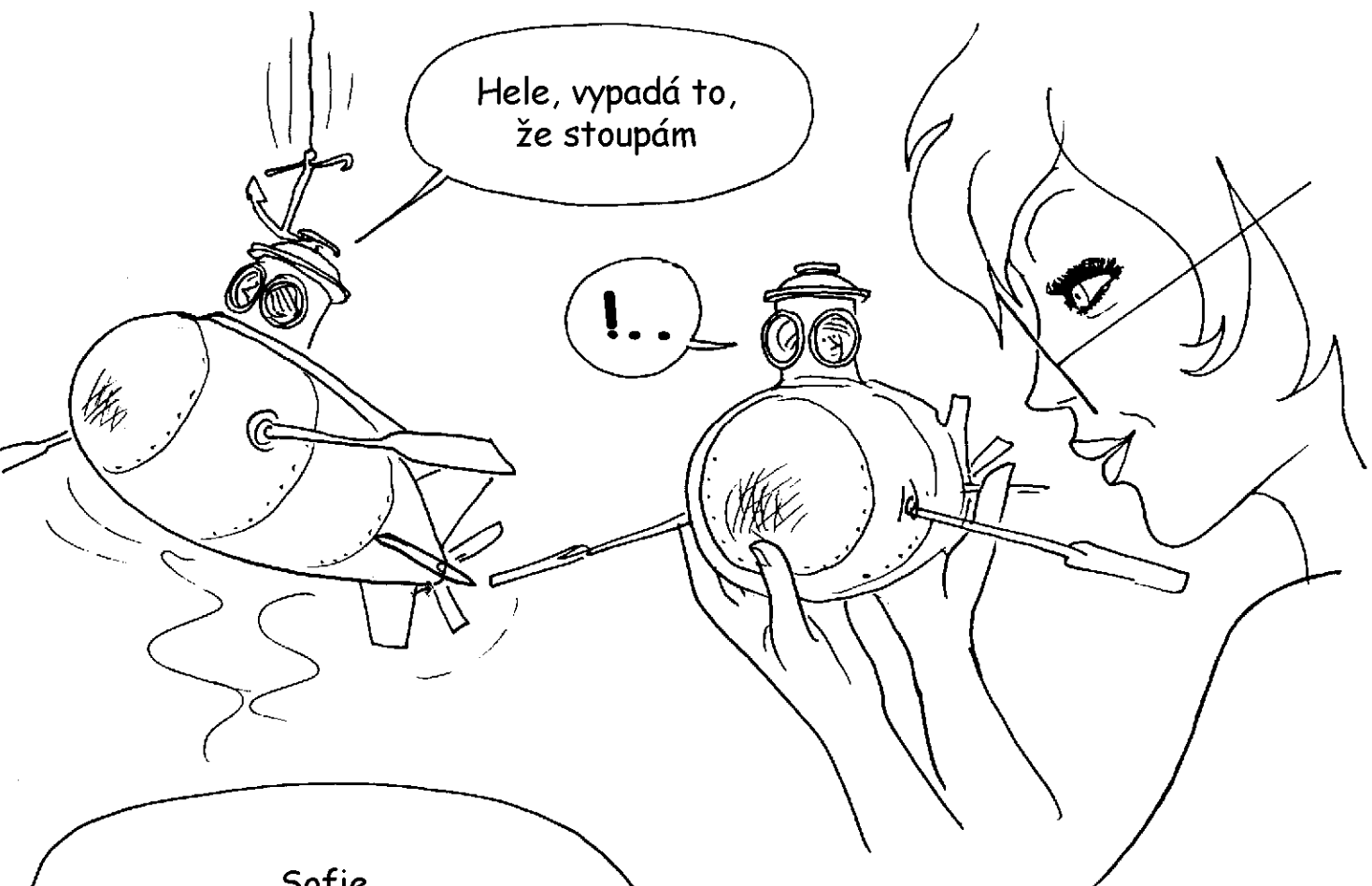


Zkusím pádla... to taky
k ničemu není...
cítím, že to vůbec nezabírá!!



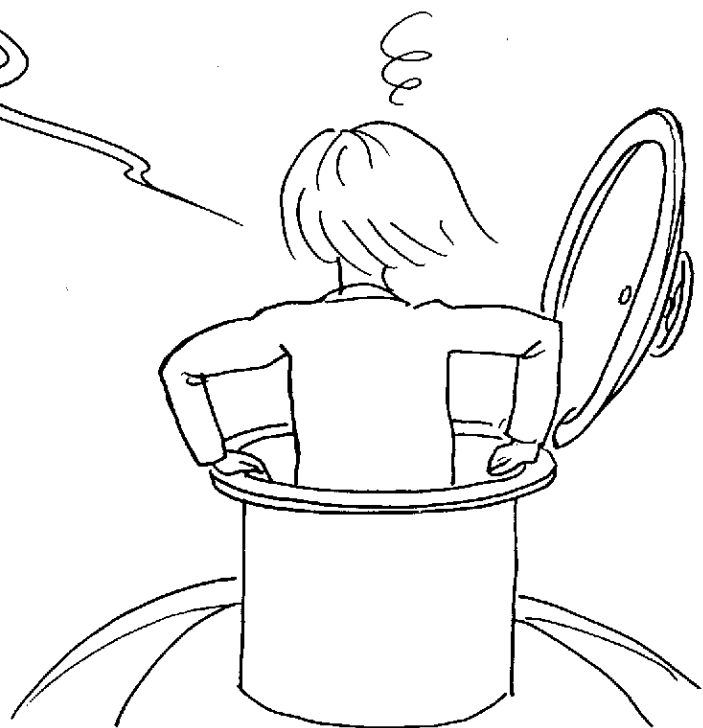
Jsem snad ve vzduchoprázdnu?
Ale ne, kdybych byl ve
vzduchoprázdnu, tak by
ponorka neplavala!

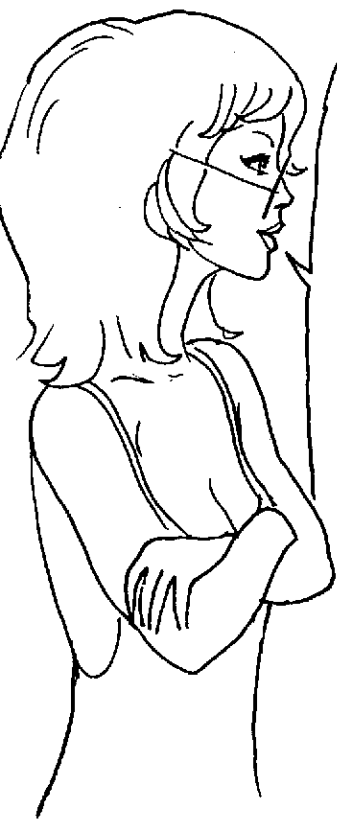




Sofie,
vysvětli mi k čertu,
co tohle všechno
znamená!

SUPRATEKUTÉ
HÉLIUM

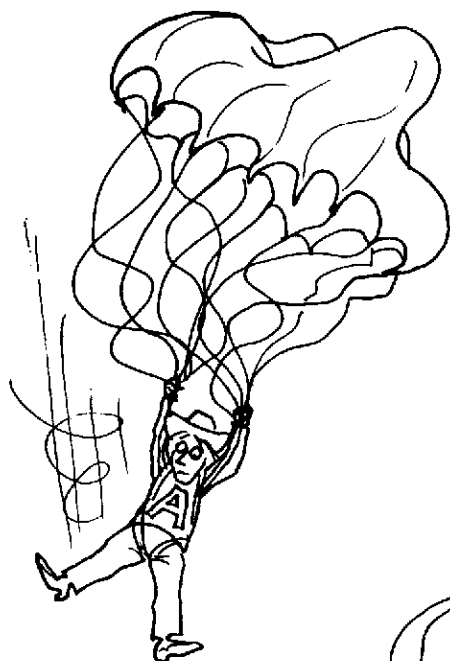




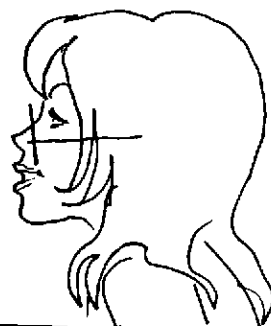
Byl jsi jednoduše v SUPRATEKUTÉM héliu.
Vzpomeň si na tu bednu s pískem.
Zrnka se o sebe tolik třela,
že písek špatně tekł.
Tady je to naopak.
Od určité velmi nízké teploty,
je tekutost héliá nekonečná
a tření nulové.



ale co má společného tření
s pádlováním, létáním anebo
s pohybem pomocí vrtule?



v určitém smyslu jsi měl s tím
deštníkem pravdu. Aby ses
mohl o vzduch opřít, tak
se musíš mít za co držet.

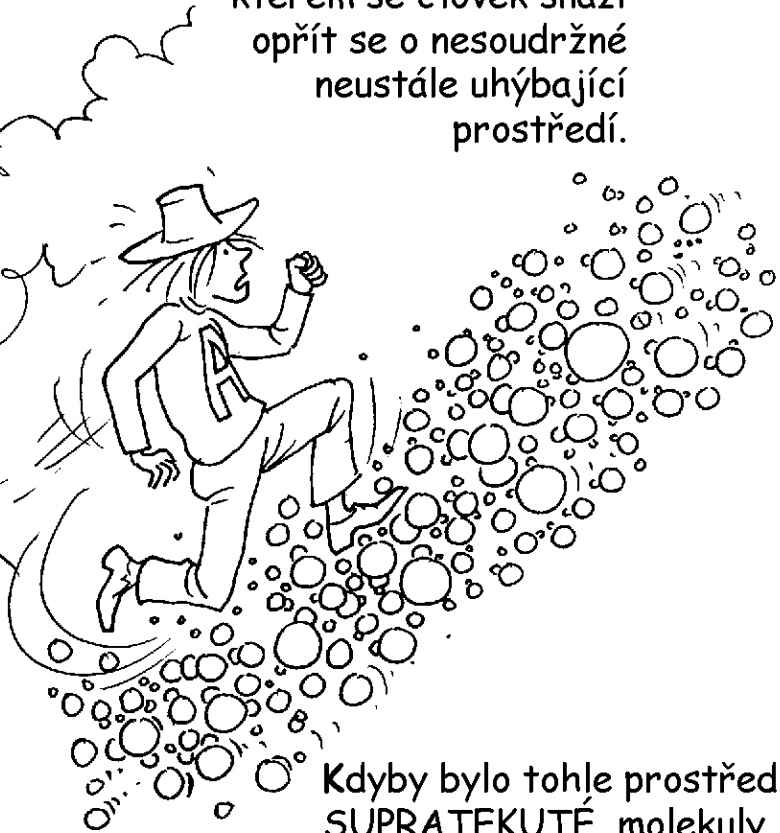


kdyby byl vzduch SUPRATEKUTÝ, tak by ti padák k ničemu nebyl.
Dokonce by se ani neotevřel a letěl bys volným pádem.

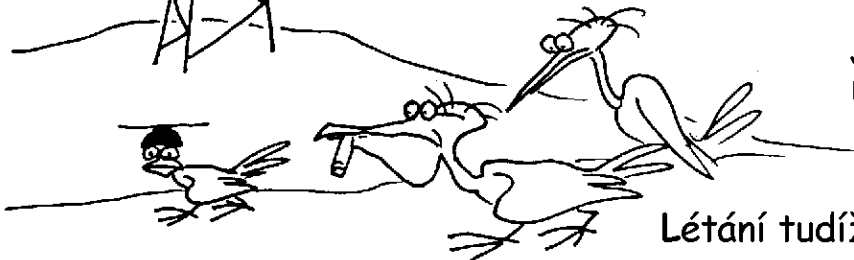
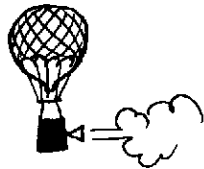
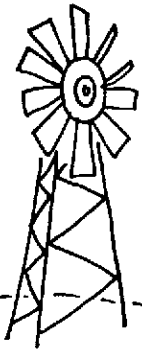
První zvíře, které se odhodlalo vystoupat do nebes, rychle pochopilo, že se bude potřebovat nějakým způsobem v tomto prostředí držet.



Takže let někoho, kdo je těžší než vzduch, se podobá neustálému běhu ve kterém se člověk snaží opřít se o nesoudržné neustále uhýbající prostředí.



Je třeba moci se o tohle prostředí opřít.

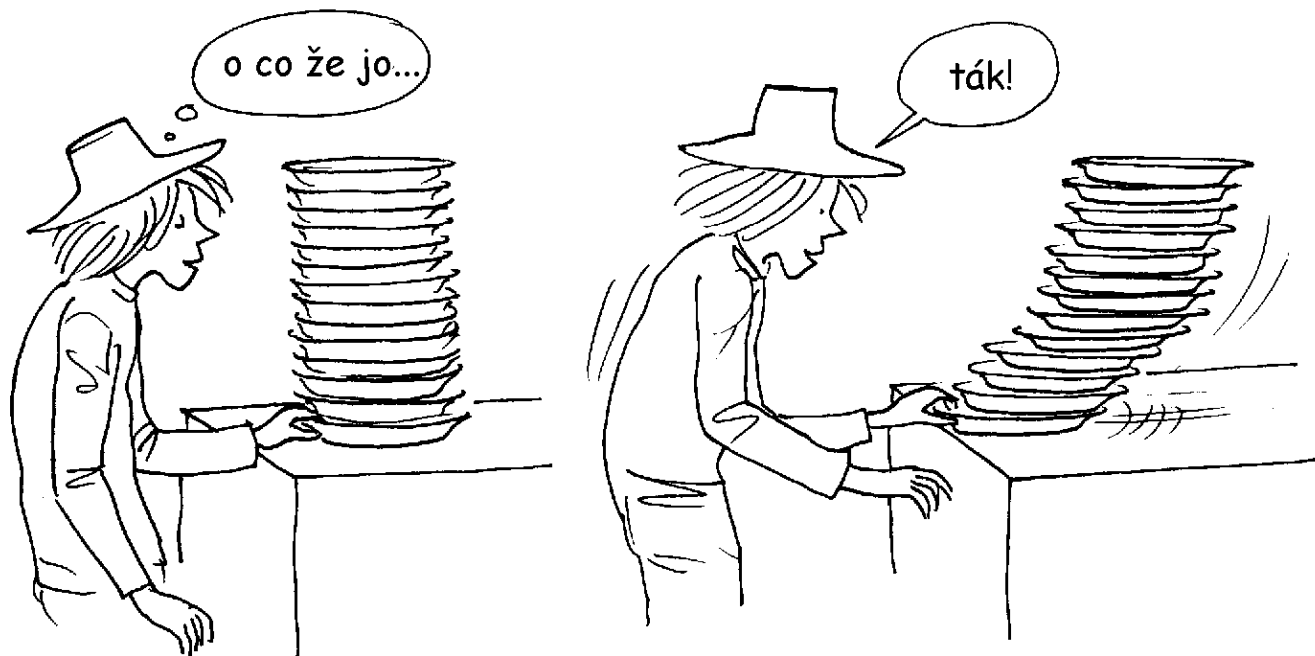


Kdyby bylo tohle prostředí SUPRATEKUTÉ, molekuly by klouzaly jedna po druhé a po předmětech bez sebemenšího TŘENÍ.

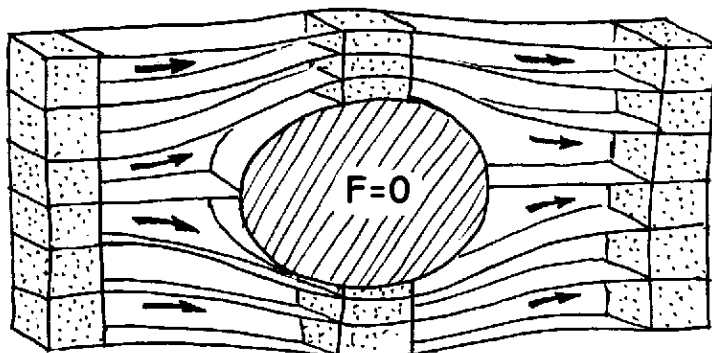
Ptáci by museli chodit pěšky, větrné mlýny by se netočily, letecká doprava by fungovala jen díky balónům na reaktivní motor.

Létání tudíž souvisí s třením plynů.

TEKUTINY S VNITŘNÍM TŘENÍM

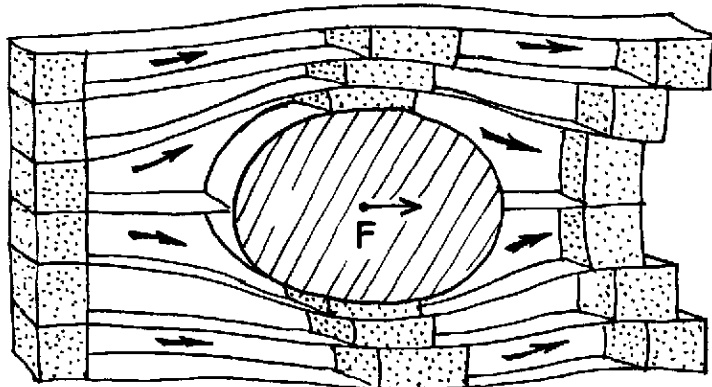


Stejně jako tyhle talíře, tak i jednotlivé vrstvy plynu po sobě kloužou za určitého tření.

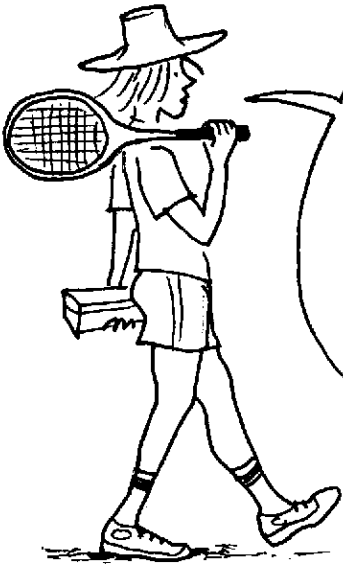


Zobrazíme nehybný předmět na který se tlačí molekuly znázorněné v krychlových krabčičkách.

- Molekuly se předmětu vyhnou bez sebemenšího tření a znovu se poskládají jedna na druhou jako na začátku.

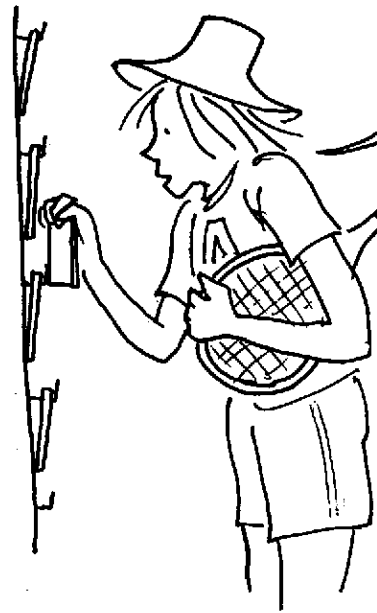


- Naopak tření molekuly blízko předmětu zpomalí. Na konci budou krabčičky "posunuté". Předmět plyn brzdí a stejně tak plyn na předmět působí silou F , které se říká TŘECÍ ODPOR.



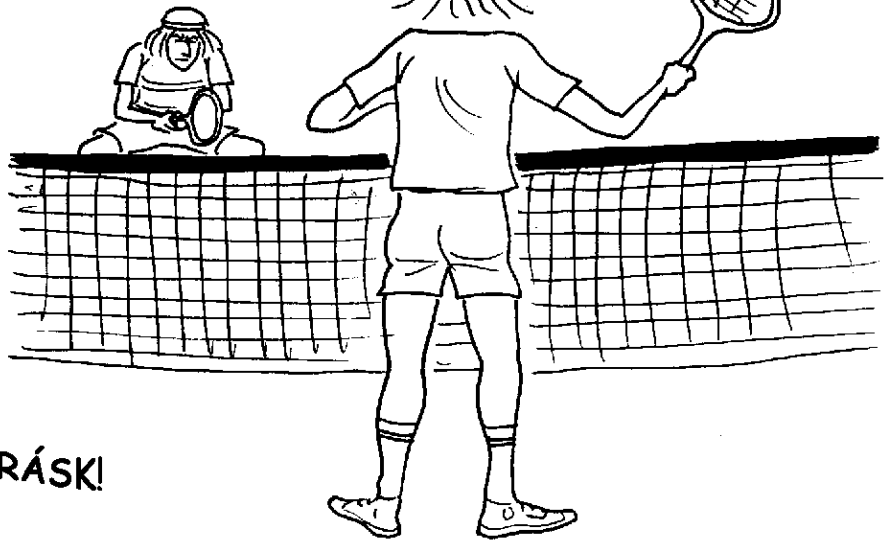
hm, tohle všechno je velmi složité.
Půjdu si zahrát tenis, abych přišel
na jiné myšlenky. Aspoň tohle je
jednoduchá mechanika, balistika.
Bouchne se do míčku, prásk. A když
se to dobře spočítá, tak spadne na kurt.

LIFTOVANÝ MÍČ



Zapíšu se.
Hele, volné místo.
Björn Borg... toho neznám.

ready?



PRÁSK!



Krucipísek, vůbec se nemůžu trefit.
Ten člověk když bouchá do míčku, tak divně
naklání raketu. To by přeci mělo
ty míčky spíš ZVEDAT.



Ve skutečnosti
je to spíš
střílí k zemi.

Jak to děláte?

je to snadné: roztočím míček
tímto směrem



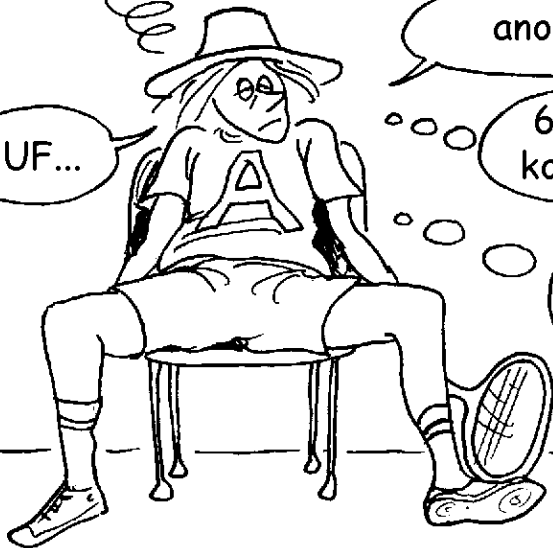
Má tendenci klesat. Díky tomu můžu bouchnout
silněji a strefit se na kurt.

UF...

ano... jistě

6-0, 6-0
konečně...

jasné jako
čirá voda



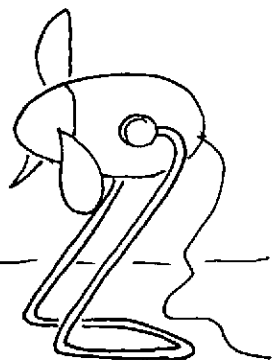
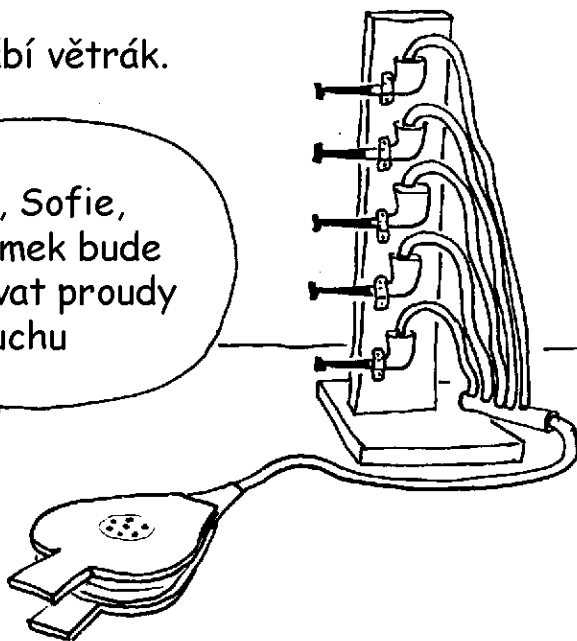


Podle obrázku na předešlé stránce, Borg střílí míček zleva doprava. Pustím na míček zprava doleva vzduch, což vyjde nastejno.

Anselme vyrábí větrák.



podívej, Sofie, kouř z dýmek bude představovat proudy vzduchu




Ještě nějak roztočit míček. Takhle by to mělo jít.

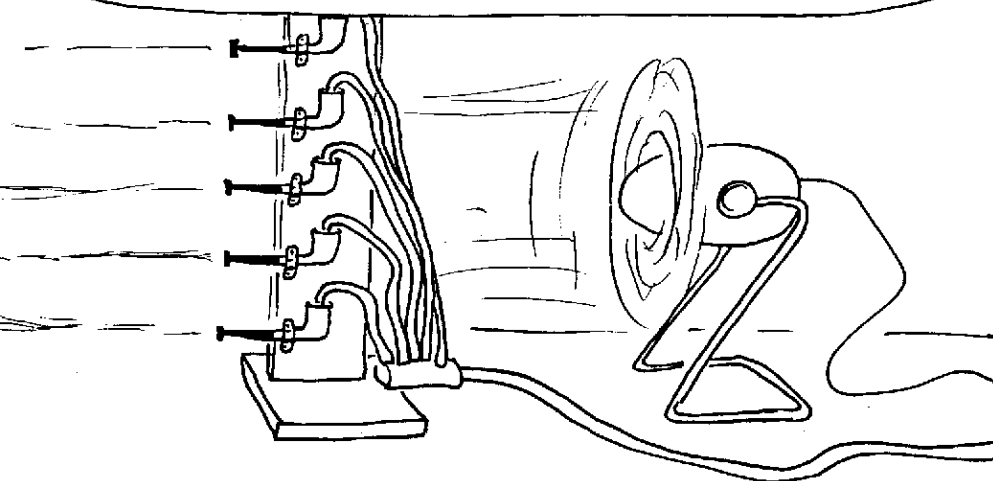


Ták, funguje to velmi dobře.

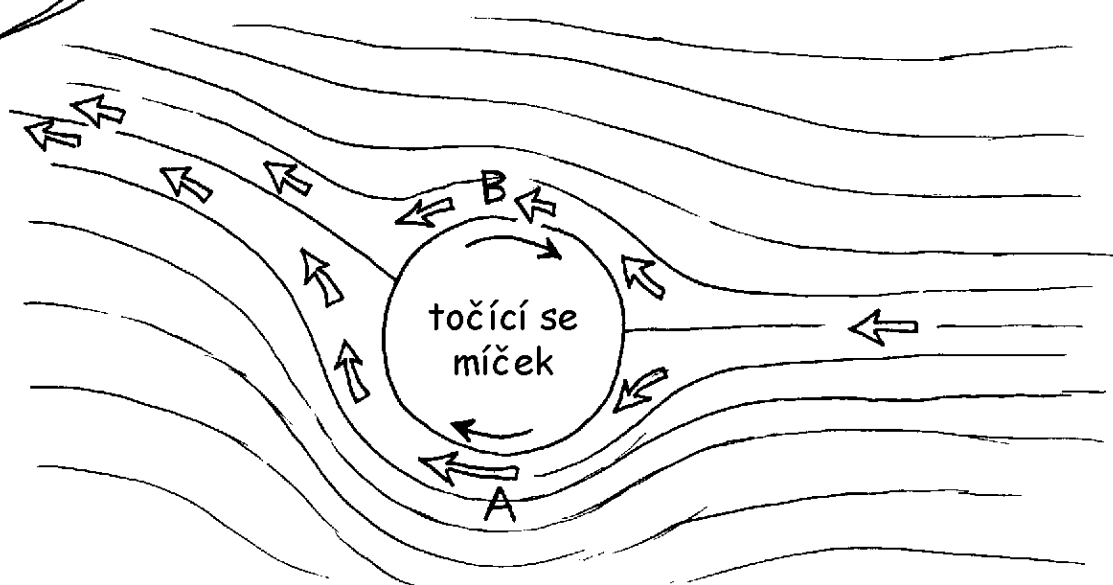




Podívej, otáčivý pohyb míčku zvedá kouř nahoru a zároveň cítím nějakou sílu, která tlačí míček dolů.

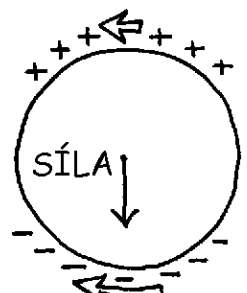


Vysvětlení: díky tření otáčivý pohyb míčku pohybuje vzduchem. To způsobuje v bodě A **NADNORMÁLNÍ RYCHLOST** a v bodě B **PODNORMÁLNÍ RYCHLOST**.



A teď už jen použít Bernoulliho zákon.

PODRYCHLOST - PŘETLAK



Rychlost
vzduchu



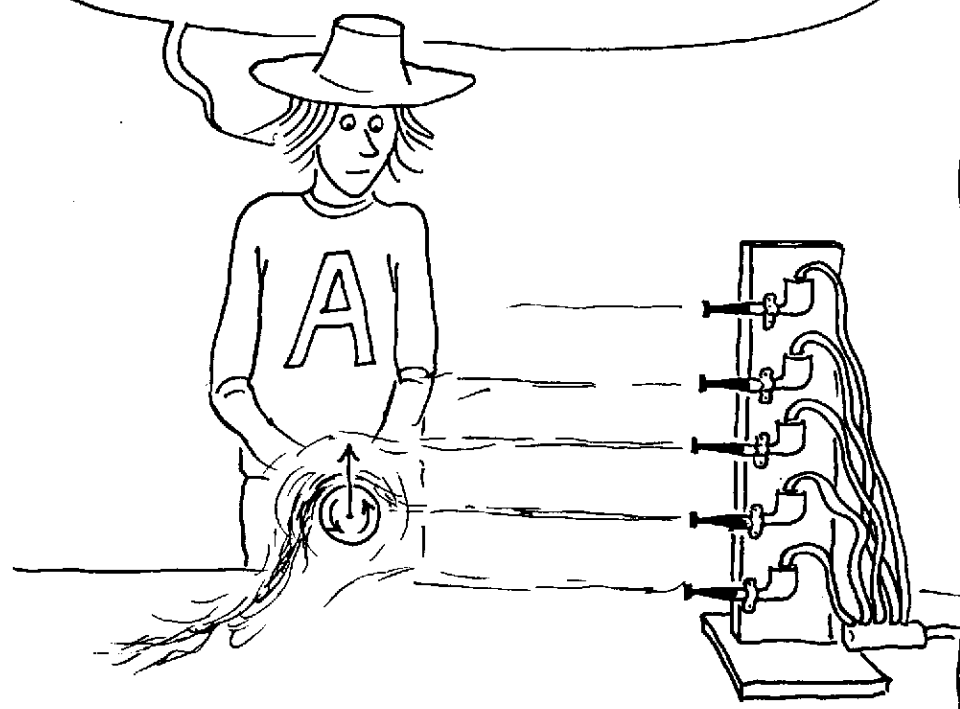
Tlak a rychlost se nepřímou úměrně mění.
Tudíž dole PODTLAK, nahoře PŘETLAK,
odtud pramení aerodynamická síla.

NADRYCHLOST - PODTLAK



A tohle všechno je možné díky
tření vzduchu o míček.
V SUPRATEKUTÉ atmosféře
bez tření, byste už nemohl
posílat liftované míčky.

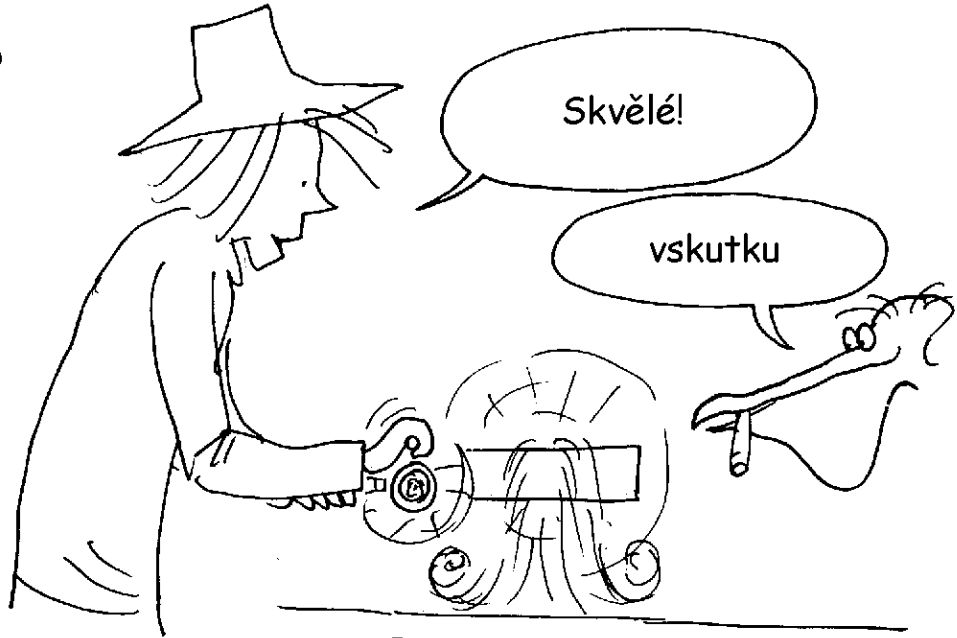
Podívej, když obrátíme směr pohybu,
tak kouř fouká dolů a síla působí
opačně. Cítím VZNOSNOU SÍLU.



Když to funguje u koule,
tak to bude třeba
fungovat i u točícího
se válce.



FLETTNERŮV ROTOR



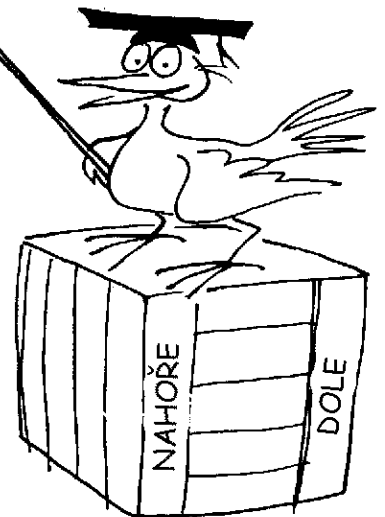
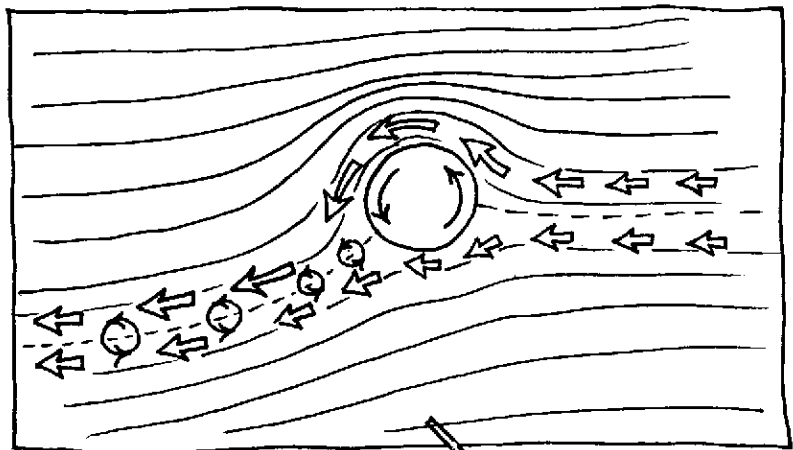
Drazí kolegové a přátelé,
Prozkoumejme společně,
co se děje ve VÍRU.
Točící se pohyb válce
způsobuje dvě různé
rychlosti mezi horním a
dolním průtokem.

Když se obě vrstvy
vzduchu za válcem opět
setkají, tak se třou jedna o druhou.

To má za následek:

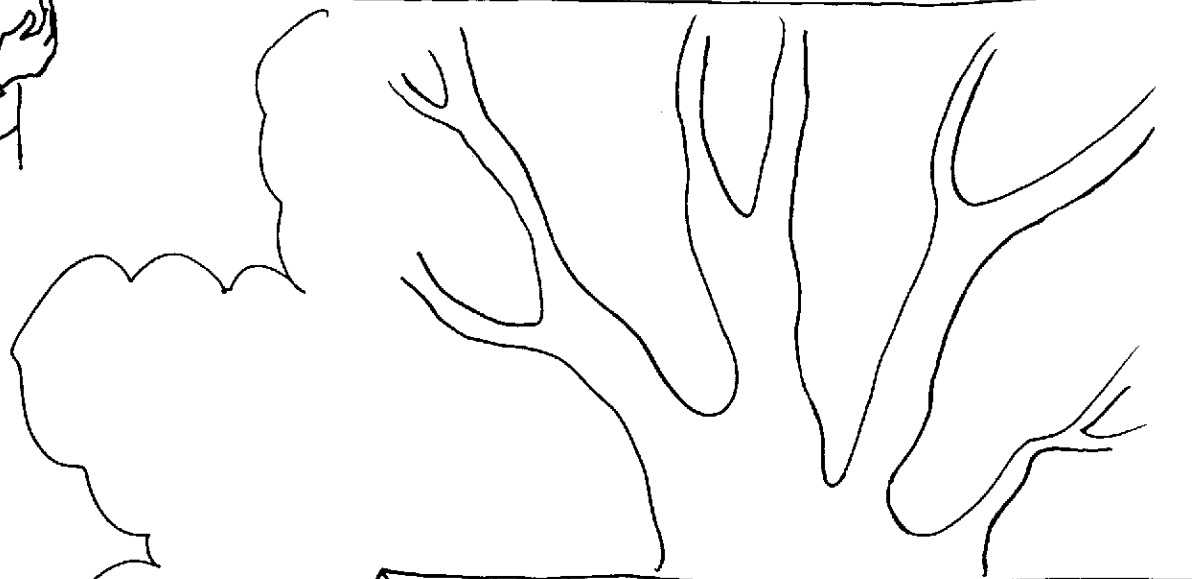
- a) tvorbu malých vírů
- b) postupné zrušení rozdílu rychlostí

Mezi horní a dolní vrstvou hladiny existuje
tlakový rozdíl (Bernoulli). To vysvětluje křivku
vzduchových proudů v průtoku za válcem.





Když budu ve vzduchu pohybovat rotujícím válcem,
tak získám VZNOSNOU SÍLU.
To mě inspiruje: asi se mi povede
vyrobit létající stroj.

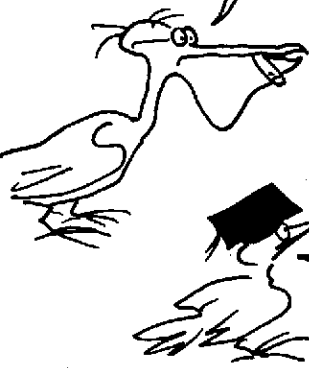


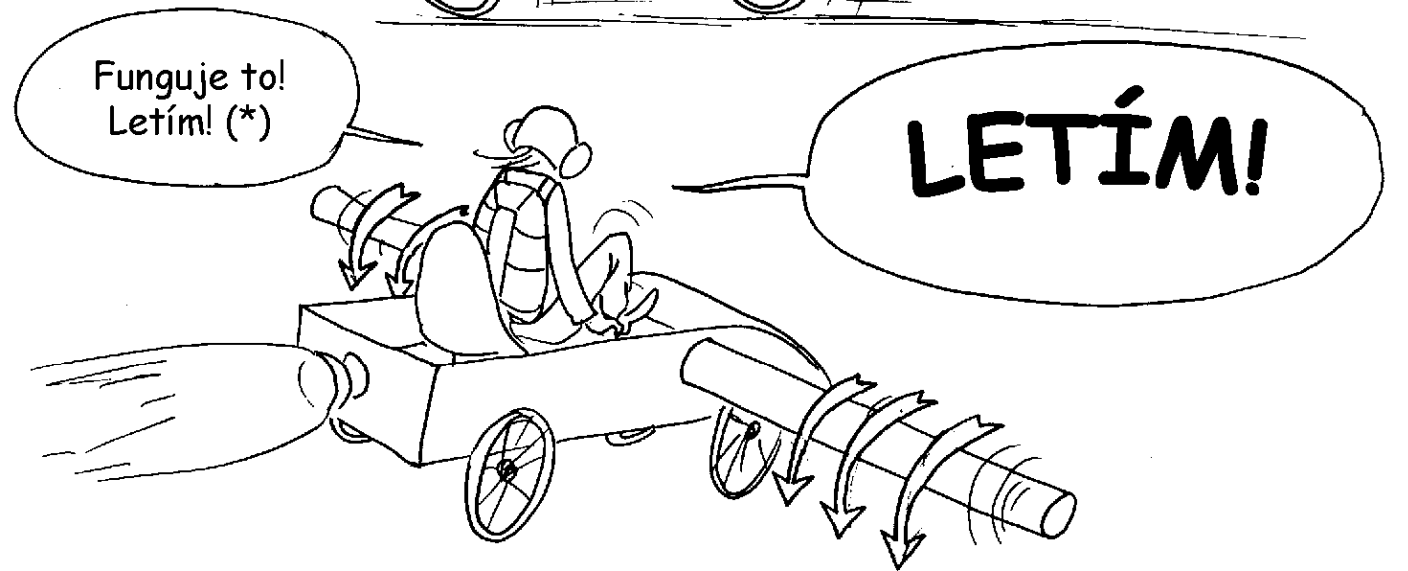
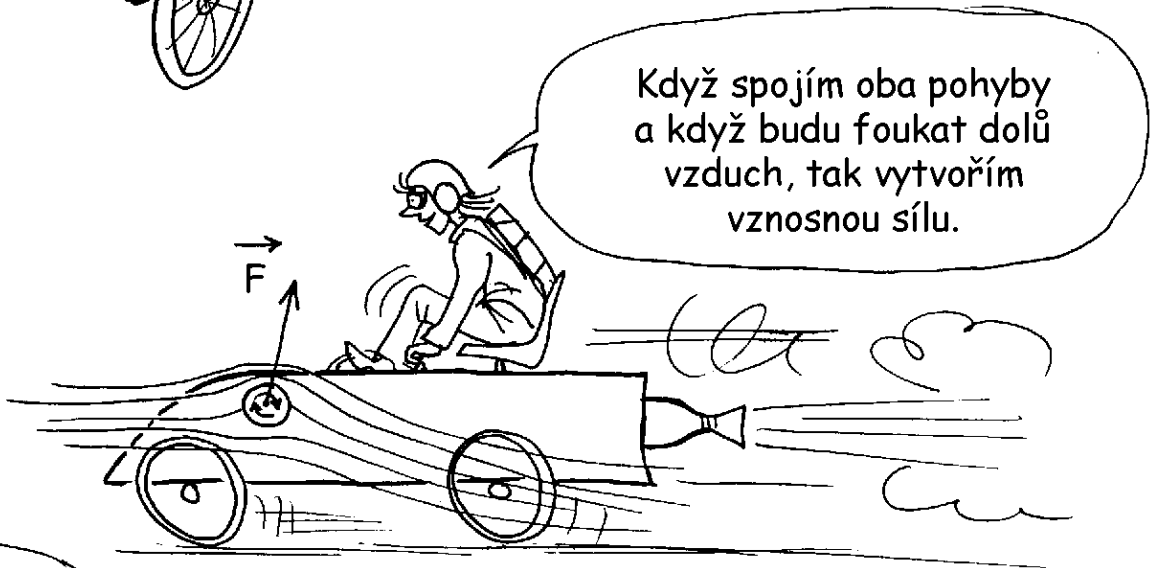
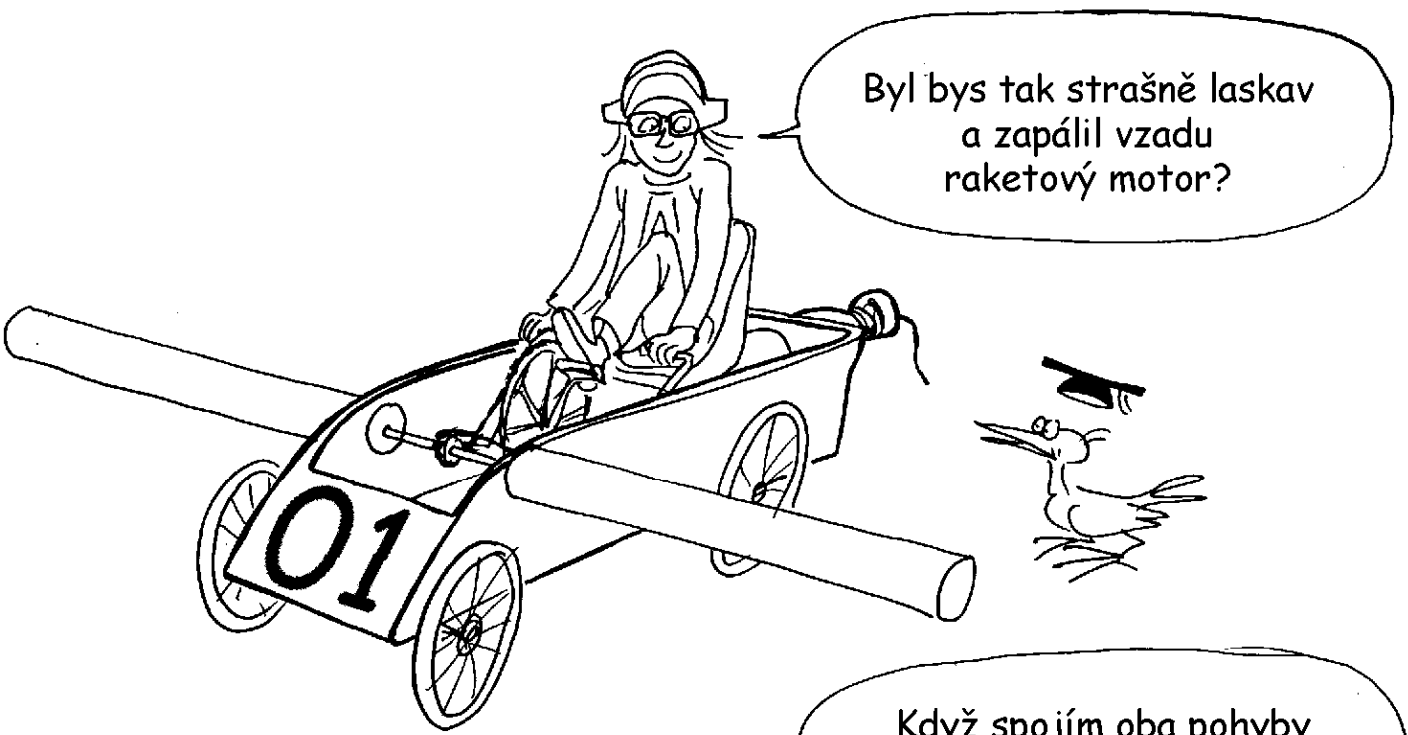
BINK
BANK
SKŘÍP

co to dělá?

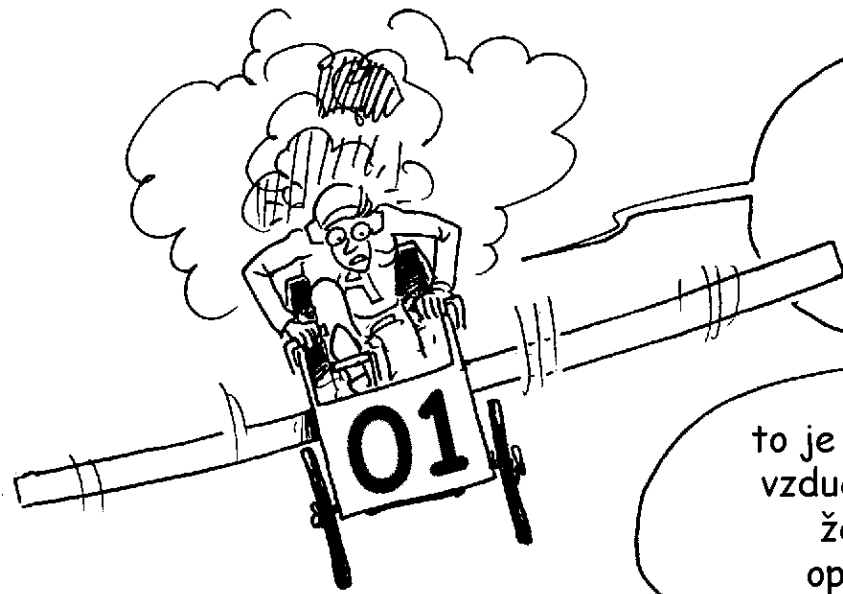
upravuji
reaktivní pohon

vypadá to
složitě!





(*) Když přidáme ad hoc sílu, tak by to mohlo velmi dobře fungovat!



ale co se to děje?!?
můj stroj padá
střemhlav!

to je normální. Roztáčíš
vzduch a to způsobuje,
že tě to roztáčí
opačným směrem.

to je princip
AKCE-REAKCE

ČEHO
princip!?!



Anselme, že ses mě nezeptal!
Jde to daleko jednodušeji, ale ty chceš
vždycky všechno udělat úplně sám!
Pojď si dát kafe.

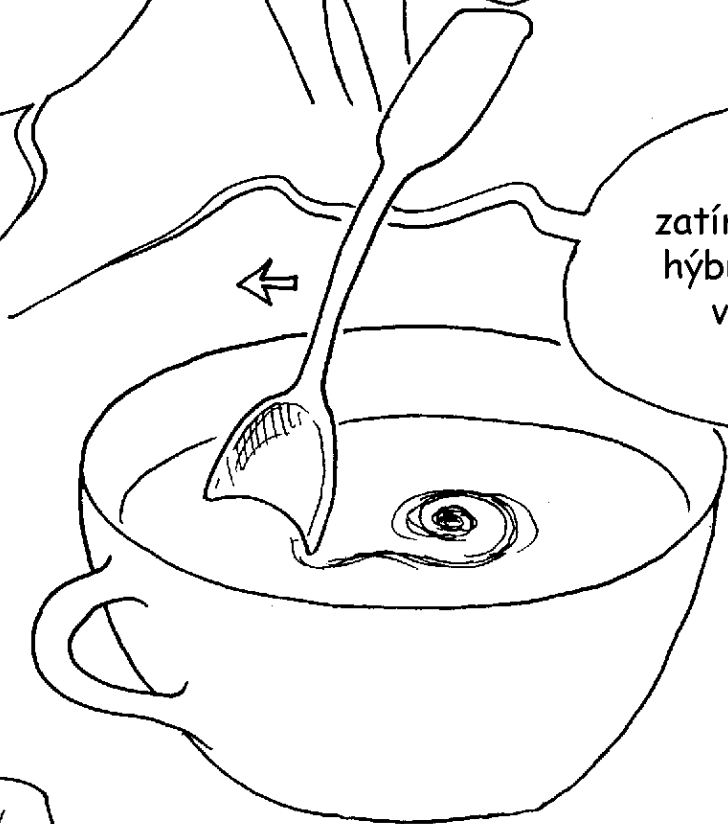


Ach, ti vědobruzi!

To je zvláštní, co se děje v šálku kafe.



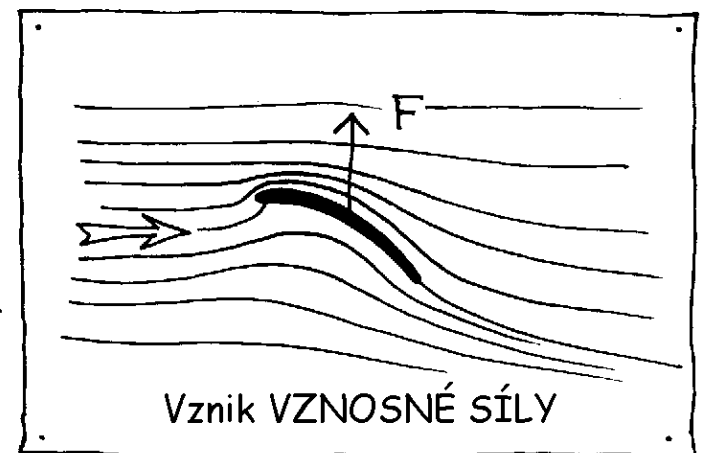
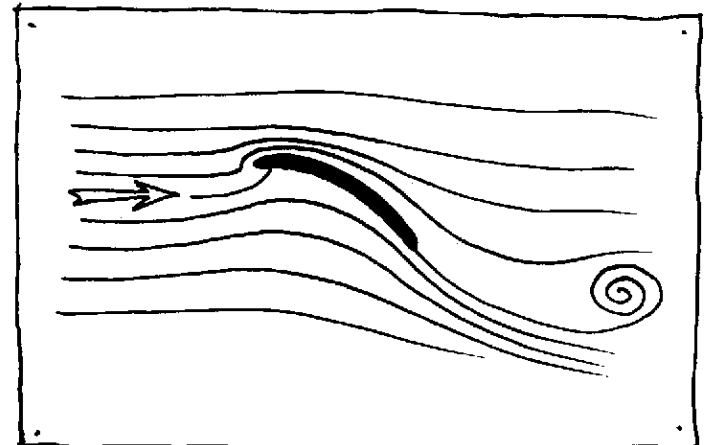
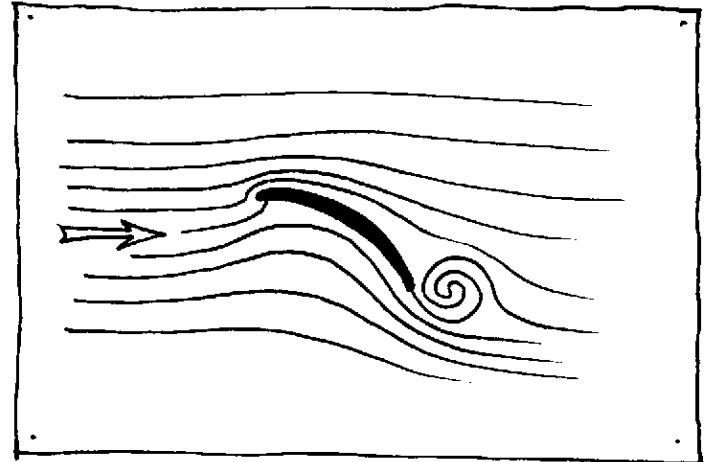
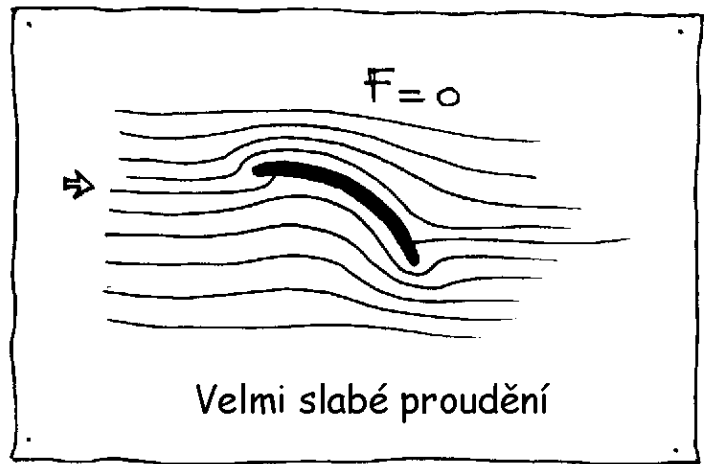
Podívej, když hýbu lžičkou velmi pomalu, tak cítím pouze slabý odpor způsobený třením.



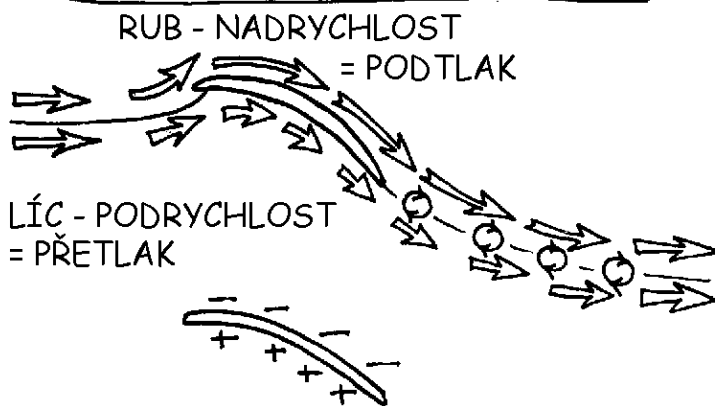
zatímco když s ní hýbu rychle, tak vznikne vír

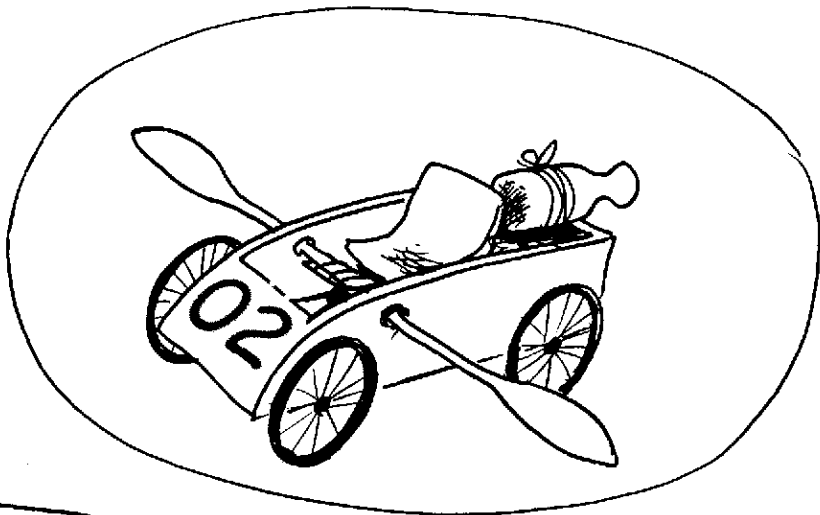


Má nádherné oči



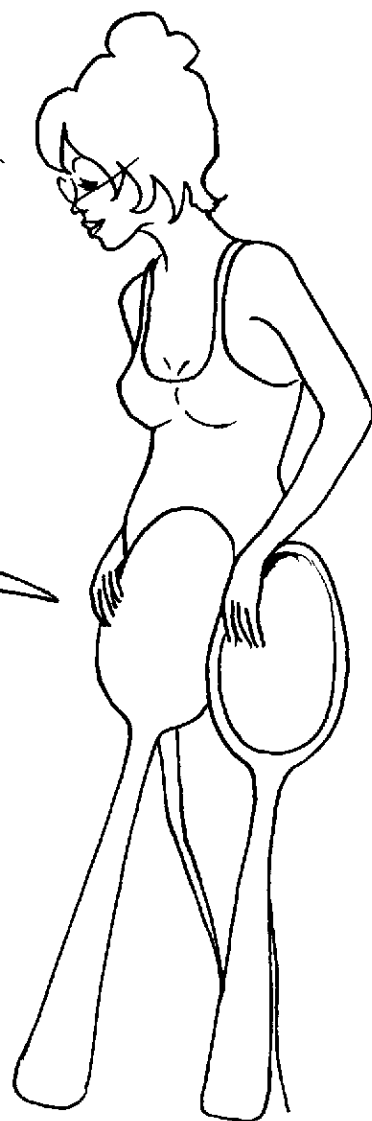
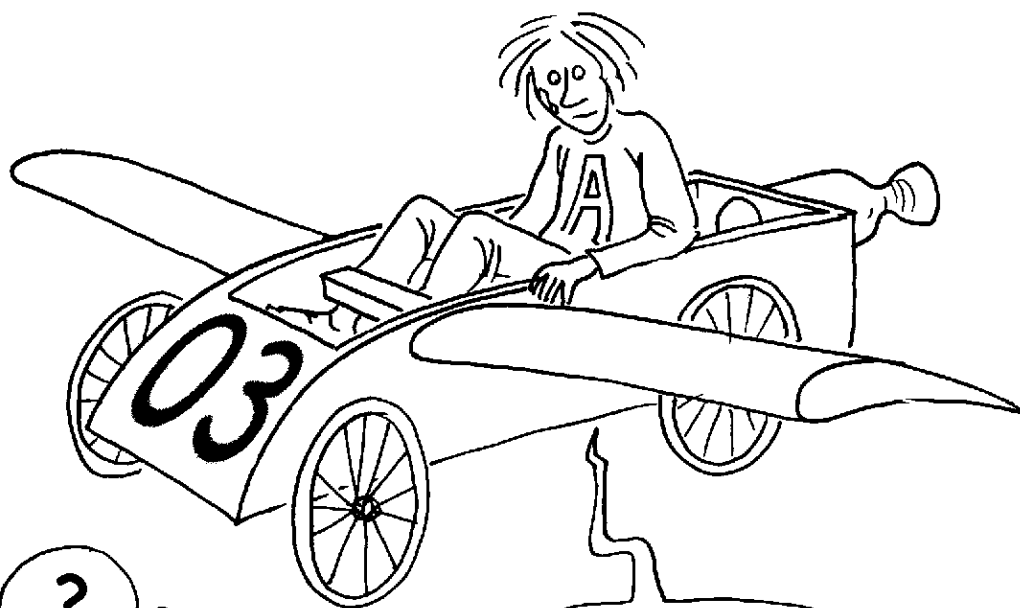
Na protějším obrázcích vidíš, jak se mění proudění kolem lžičky u vyšších rychlostí. Oddělí se vír a vznikne systém nadrychlosti na rubu (horní strana) a podrychlosti na líci (spodní strana).



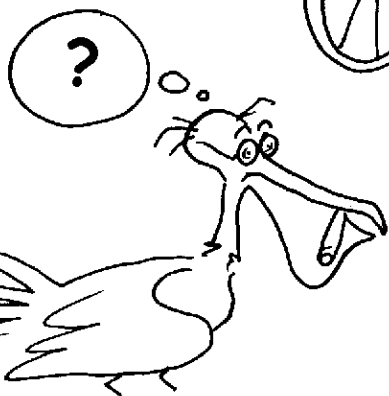


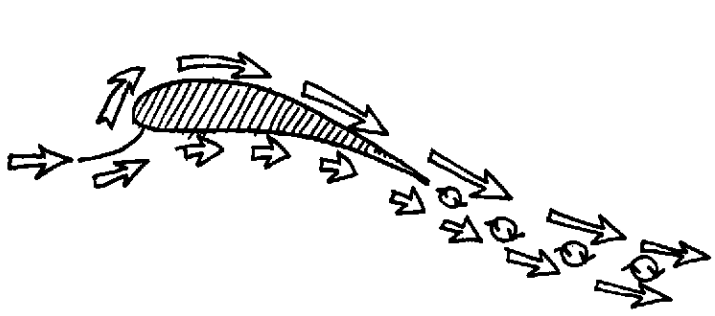
Skvělé, k létání mi pomůžou lžičky!

KŘÍDLO je vylepšená lžička



Dobře, ale co se bude točit?



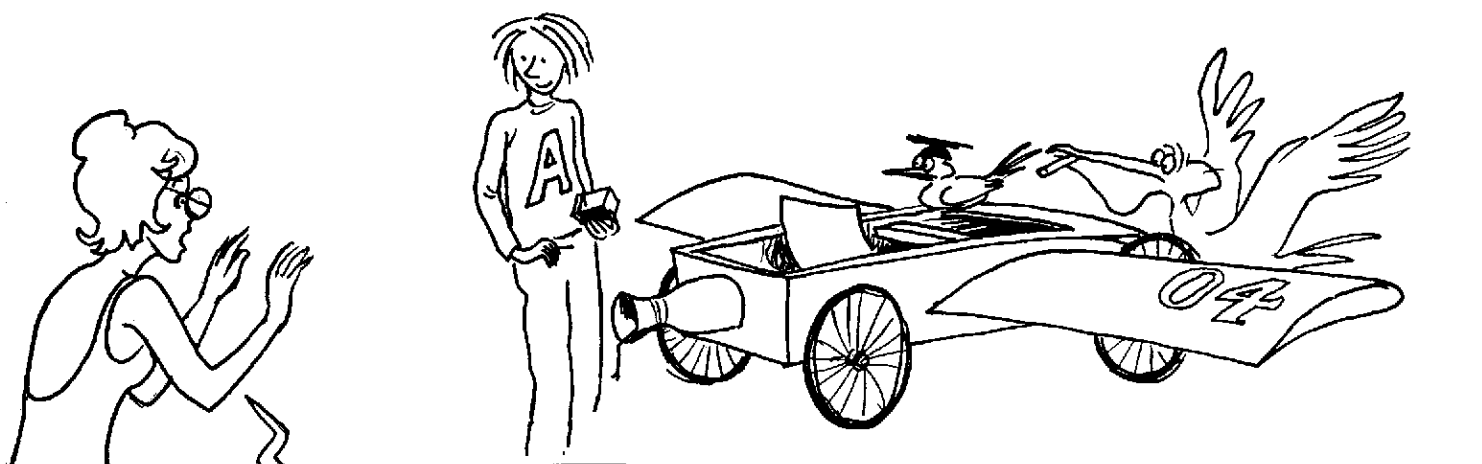


pod KŘÍDLEM existuje stejný systém mini vírů stejně jako za točícím se válcem. Tudíž křídlo lze považovat za STABILNÍ ROTOR.



KŘÍDLO nebo TOČÍCÍ SE VÁLEC

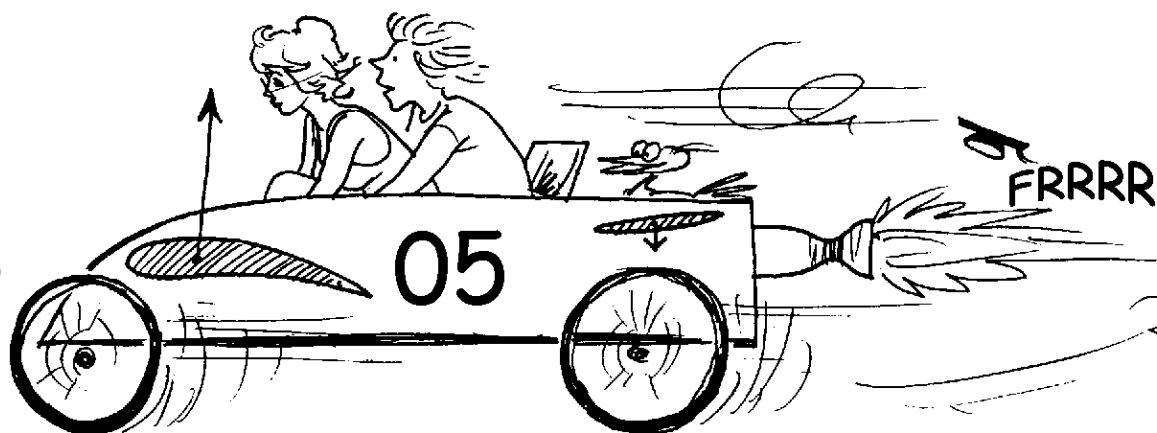
stejně působí na vzduch:



pozor! zase si rozbiješ nos. Stejně jako předtím, když tenhle stroj roztočí vzduch, tak spadne střemhlav.

Je potřeba přimontovat ocasní plochy.

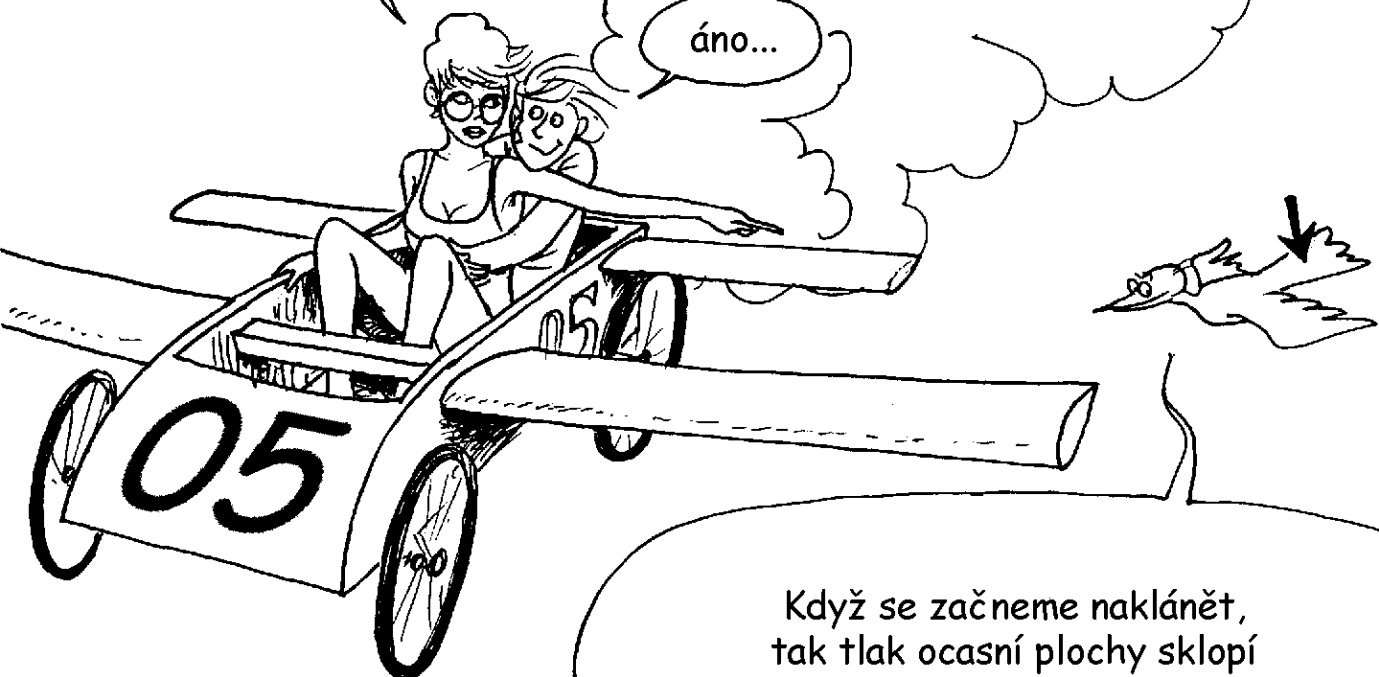




OCASNÍ PLOCHA je malé křídlo nakloněné druhým směrem, které vytváří opačnou vznosnou sílu a "sklápí" ocas LETADLA. To mu brání v pádu střemhlav.

Podívej, Anselme, tenhle systém je sám o sobě stabilní.

áno...



Když se začneme naklánět, tak tlak ocasní plochy sklopí vše zpět na leteckou dráhu.

a stejně tak
když se vztyčíme



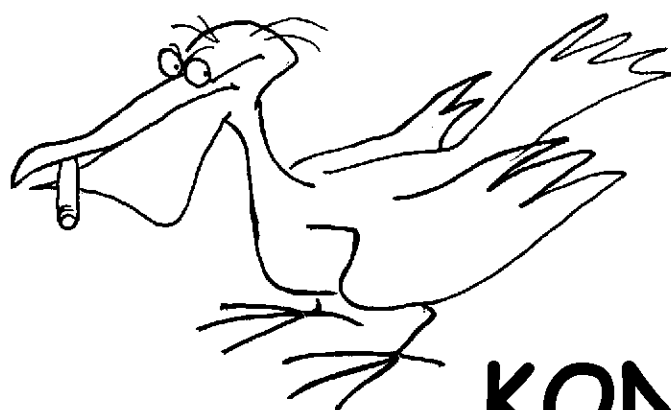
Anselme, ty mě
vůbec neposloucháš!

ale ano, ale ano...

je to nádherné
cítit se sám stabilní



Tak takhle se Anselme
naučil létat.
Nakonce to bylo snadné
jako facka.
A jeho zájem o vědu postupně
s nadmořskou výškou stoupal...



KONEC

