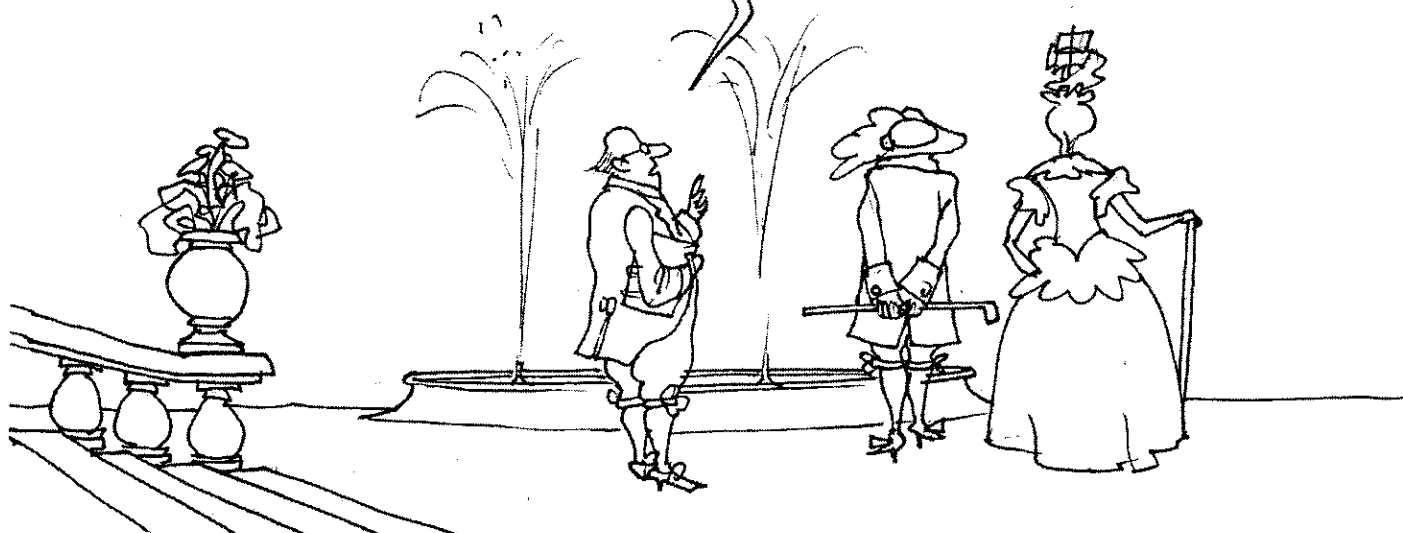


Jean-Pierre Petit

# JANTAR A SKLO

Dějiny elektřiny

Tahle elektřina je zcela nezajímavá. Dobrá leda pro obveselení v salónech. Chcete-li znát můj názor, nemá žádnou budoucnost.



Mému bratru  
Vladimíru Golubevovi

# PROLOG

Dědo, to je hrůza! Anselme ani já nerozumíme tomu, co je **ELEKTRINA**. Ampéry, volty, ohmy, máme to všechno v těch našich hlavách pomíchané.



Tak co, děti, jak to jde?



A čemu nerozumíte?

Právě že **Ničemu!** Co je **ELEKTRICKÝ PROUD**. Nikde to není vysvětlené!

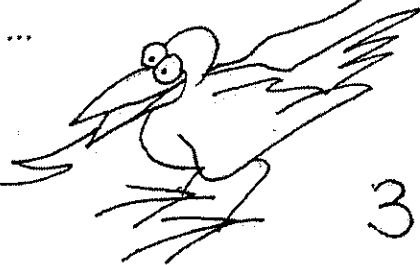
Mé drahé děti, jestli opravdu chcete porozumět tomu, co je **ELEKTRINA**, budete se muset vrátit hluboko do minulosti.



Představte si, že slovo **elektrina** pochází z řeckého **ÉLEKTRON**, což znamená jantar. Je to zkamenělá pryskyřice, která se nachází ve formě malých průhledných žlutých bloků v severní Evropě a kterou dávní lidé používali k výrobě šperků.



V 5. století před Kristem přišel matematik Thalés na to, že třeme-li jantar o vlnu ...





Mám vlněný svetr. Kde ale sehnat jantar?

... že začne přitahovat malé předměty, jako jsou větvičky, kousky peří.

A to všechno zůstalo další dva tisíce let úplnou záhadou. Prostě legrace pro pobavení děcek.

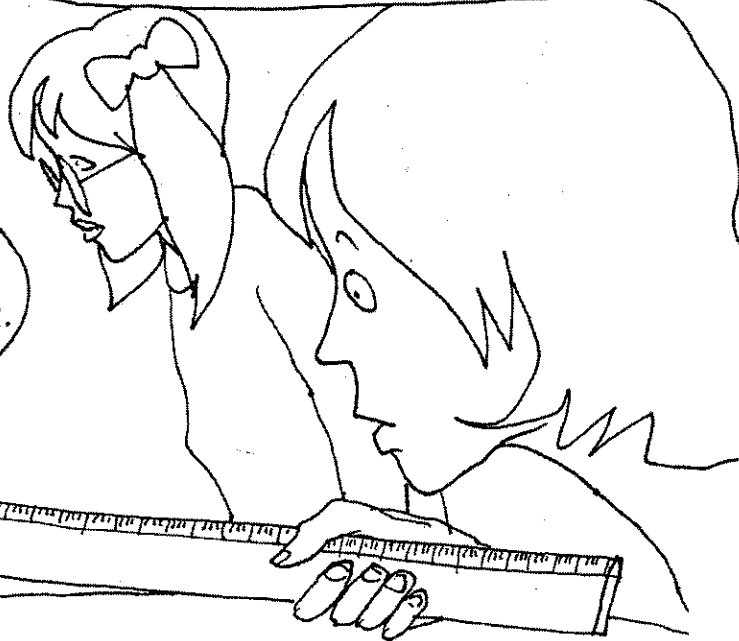


Ten není třeba. Pravítko z plexiskla, které máš v penále, ti udělá stejnou službu.

Stačí jen pořádně třít.



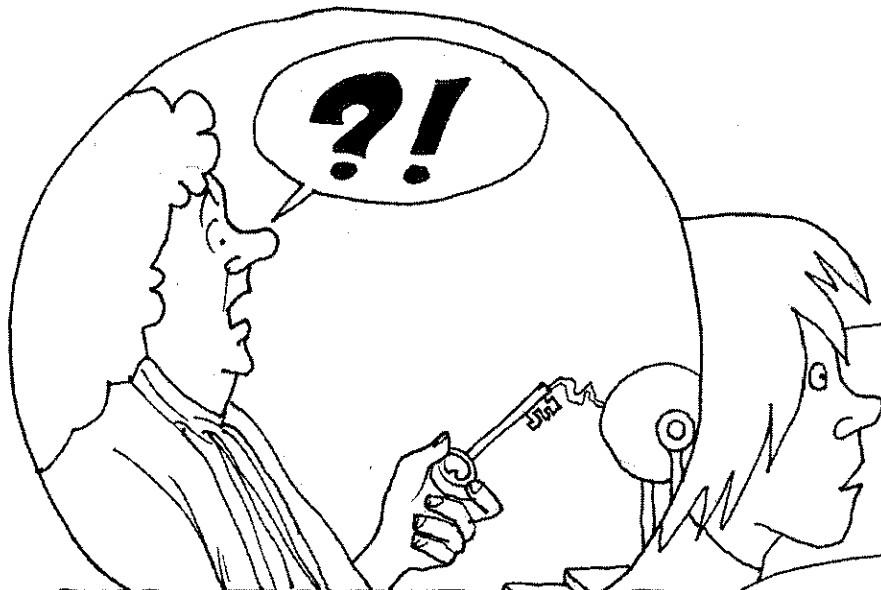
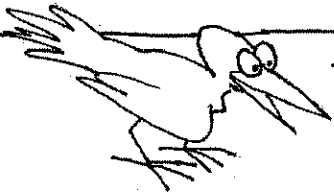
A bude přitahovat malé kousky papíru.



Muselo se počkat až do roku 1740, než si lidé, jako byl Francouz Dufay, položili otázku, **PROČ** k tomuto jevu dochází.

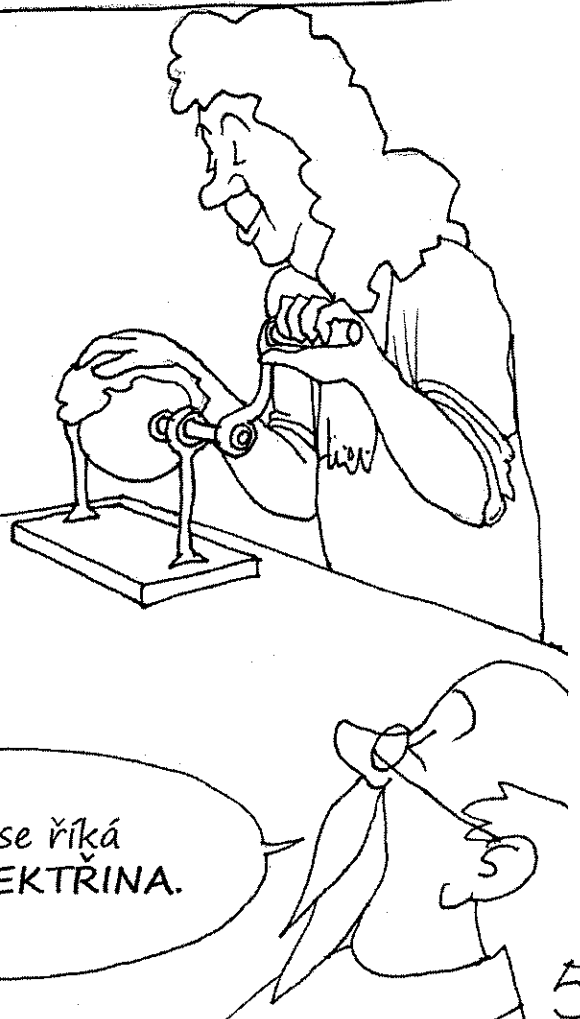


Lidé se tedy pustili do tření úplně všeho, co jim přišlo pod ruku, aby to vyzkoušeli. Nejenom, že zjistili, že jantar a pryskyřice mohou být **ELEKTRIZOVÁNY TŘENÍM**, ale že tuto vlastnost mají i síra a **SKLO**. Postupně sestavovali stroje, jejichž součástí byly koule nebo disky z pryskyřice, síry či skla. Jejich otáčením pomocí kliky a třením o kožené polštářky se nechávaly zelektrizovat.



Až vznikly ve tmě dobře viditelné **JISKROVÉ VÝBOJE**.

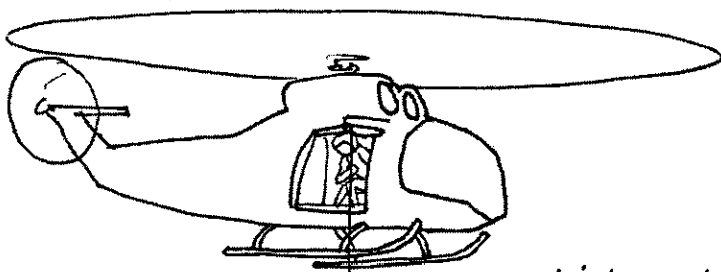
Tomu se říká **TRIBOELEKTRINA**.





Existuje hodně materiálů, které mohou být elektrizovány třením vzduchu. Za suchého počasí se pneumatiky u auta nabíjejí a když zatáhneme za kliku, můžeme pocítit elektrický výboj. Kočky mohou také nabít svou srst třením (\*). Elektricky nabitá kočka, kterou izolují polštářky na tlapkách, pocítí elektrický výboj, jakmile něco nebo někoho olízne.

To je dobré!



Listy rotoru vrtulníku ze syntetických materiálů se obvykle nabíjejí i více jak 100 000 volty. Když chtějí piloti zachránit někoho, kdo se topí, musejí nejdříve namočit lano ve vodě předtím, než se ho tonoucí chytne.

Potápěči z vrtulníku seskočí do vody, aby se nestali pojítkem, skrze nějž se stroj v mořské vodě vybije.

(\*) Hodně huňatá kočka se může nabít i 50 000 volty a vytvářet ve tmě moc pěkné jiskrové výboje. I když pocítí určitý otřes, újma na těle zůstane mizivá, protože elektrická intenzita je příliš slabá.



Můžeme si sami vytvořit velmi pozoruhodný elektrický jev. Zavřeme se do temné místnosti s izolační páskou a prudce jí trháme.

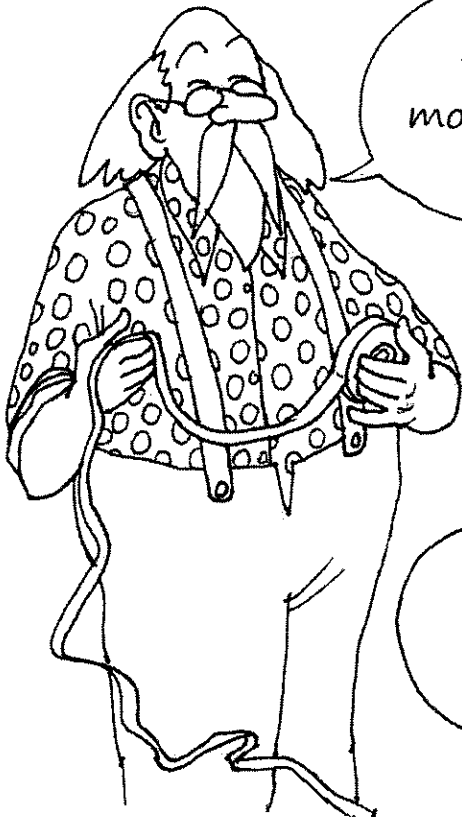
Trhneme?



Při odvíjení pásky se v místě, kde dochází k odlepení, objeví namodralý svit.

Je dostatečně silný, aby se při něm dalo číst!

Tohle by nebyl moc úsporný způsob svícení.



Jen některé materiály mohou být elektrizovány třením. Vynaložilo se hodně úsilí při tření všech možných KOVŮ a bez výsledku.

# INDUKOVANÁ ELEKTRIZACE

Ale přišlo se na to, že kovy reagují, když se k nim přiblíží elektricky nabitě těleso vyrobené z pryskyřice nebo skla.

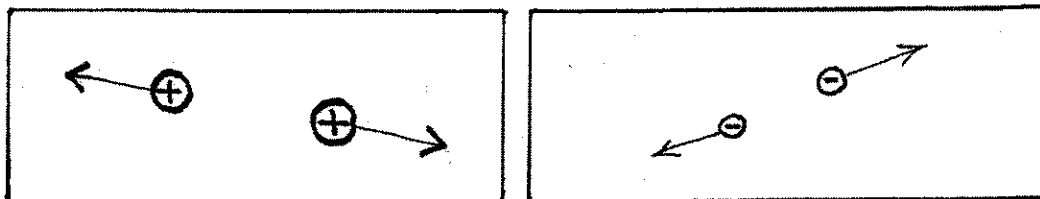


V této chvíli není možné pokračovat ve vypravování o elektrině bez toho, aniž bychom se zmínili o objevech, které byly učiněny o dvě a půl století později.



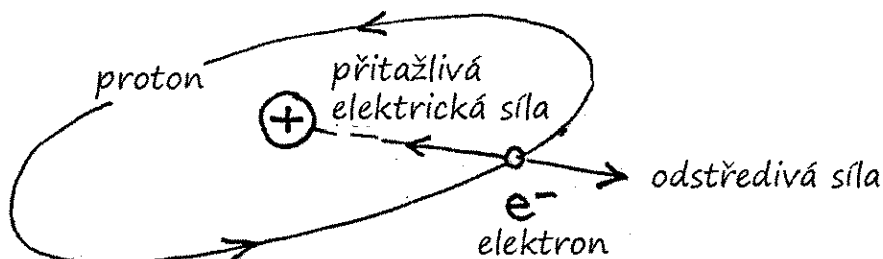
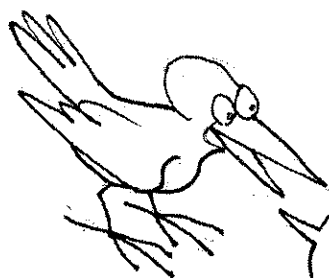
Muselo se čekat až do roku 1905, než Novozélandčan Ernest Rutherford dokázal, že hmota je tvořená atomy. Potom roku 1913 byly atomy popsány Dánem Nielsem Bohrem. Jsou složeny z kladně nabitého **JÁDRA**, kolem kterého obíhají jeden nebo několik **ELEKTRONŮ** nesoucích záporný elektrický náboj.

Náboje se stejným znaménkem se odpuzují.



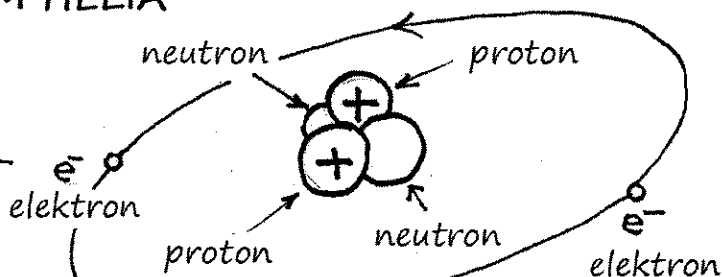
Náboje s opačným znaménkem se přitahují. Díky tomu mohl vzniknout **ATOM VODÍKU**, kde elektron obíhá kolem jádra složeného z jediného **PROTONU**. Přitažlivá elektrická síla (mezi náboji s opačným znaménkem) vyrovnává **ODSTŘEDIVOU SÍLU**.

### ATOM VODÍKU



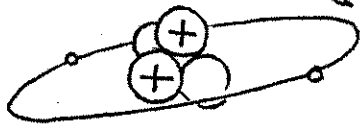
V jádrech jiných atomů spolu existuje několik protonů a neutrálně nabitých částic, které se nazývají **NEUTRONY**.

### ATOM HÉLIA

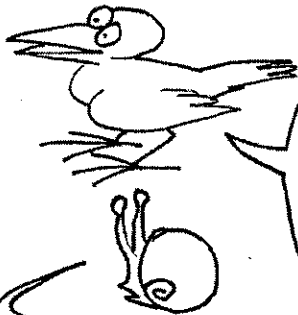


Tomu nerozumím, když se částice se stejným nábojem odpuzují, co tedy drží oba protony v jádru atomu hélia pohromadě?

Částice, které tvoří **JÁDRA** atomů, se nazývají **NUKLEONY**. Jejich soudržnost zajišťuje přitažlivá **NUKLEÁRNÍ SÍLA**, která je na krátkou vzdálenost větší než síla tvořená elektrickými náboji.



Jádro hélia  
2 protony  
2 neutrony



V atomovém jádře je zhruba **vždycky** tolik kladně nabitých protonů jako neutronů bez elektrického náboje.

Ale je tam **VŽDYCKY** tolik protonů s nábojem + jako elektronů s nábojem -, což znamená, že jsou všechny atomy **ELEKTRICKY NEUTRÁLNÍ**.

V plynech a kapalinách se atomy spojují a vytvářejí **MOLEKULY**, které jsou složené minimálně ze dvou atomů.

Například molekula kyslíku



2 atomy kyslíku

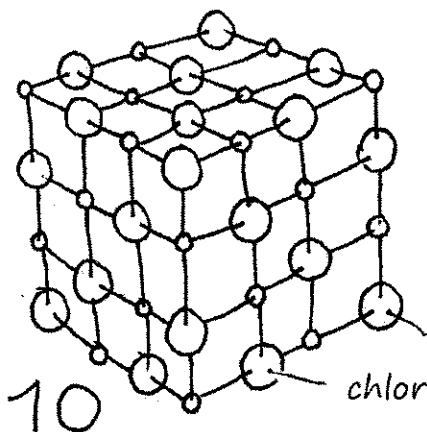
nebo oxidu uhličitého:  $\text{CO}_2$



nebo vody:



V **KAPALINÁCH** nebo **PLYNECH** se molekuly otáčejí volně, přičemž zůstávají elektricky **NEUTRÁLNÍ**. V **PEVNÝCH LÁTKÁCH** jsou jádra vůči sobě pevně vázána.

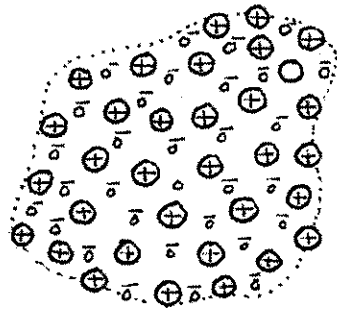


Kuchyňská sůl: chlorid sodný. Jádra jsou uspořádána podle kubické krystalové mřížky.



V **KOVU** (v pevném skupenství) jsou atomy vůči sobě pevně vázány. Část elektronů se pohybují volně způsobem, jakým včely létají v úlu. Když nějaký kus kovu podléhá jenom sám sobě, je hustota kladných nábojů obsažených v jádrech stejná jako hustota záporných nábojů, které nesou elektrony. Prostředí je elektricky neutrální.

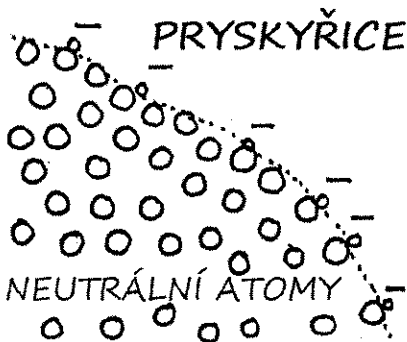
KUS  
KOVU



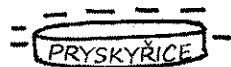
⊕ jádro

⊖ elektron

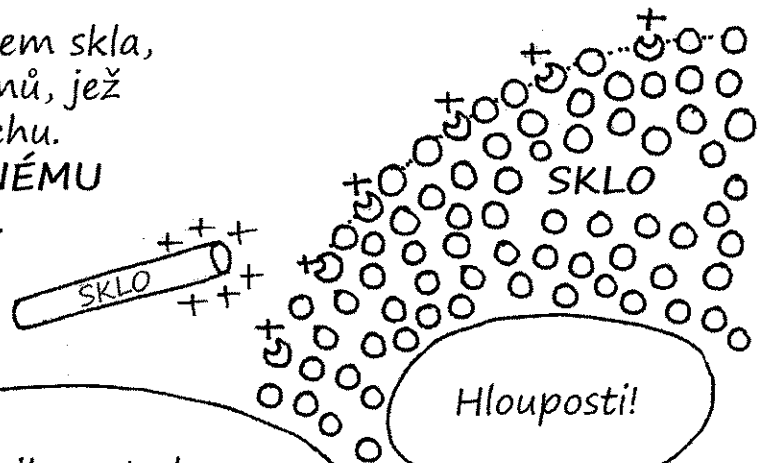
Když s jantarem nebo pryskyřicí provádíme tření, pokryje se jejich povrch dodatečnými elektrony, které se navážou na atomy a vytvoří **PEVNÉ** rozmístění záporných nábojů.



Až do objevení  
**ELEKTRICKÝCH  
NÁBOJŮ** se mluvilo  
o pryskyřičné elektrině.



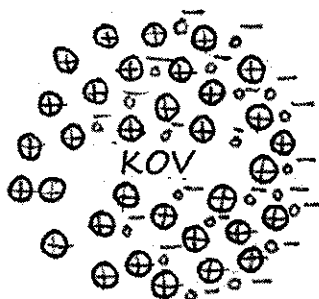
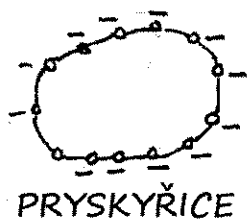
Když provádíme tření s kusem skla, vytrhneme elektrony z atomů, jež jsou umístěny na jeho povrchu. Tyto **DÍRY** odpovídají **PEVNÉMU** rozmístění kladných nábojů.



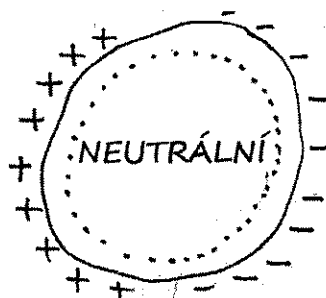
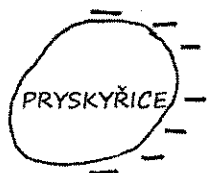
Hlouposti!

Mluvilo se tedy  
o skleněné elektrině.





Když k sobě přiblížíme kus záporně nabitě pryskyřice a kus kovu, budou elektrony kovu odpuzovány.

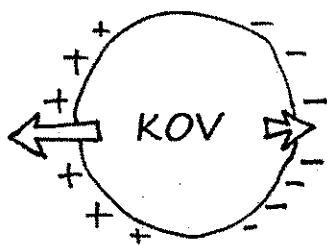
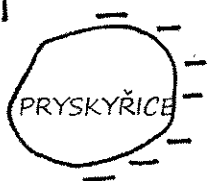


Jev indukované elektrizace se bude soustřeďovat na povrchu, přičemž tělo kovu zůstane neutrální. Za působení záporných nábojů, které s sebou nese pryskyřice, se bude všechno odehrávat tak, jako kdyby

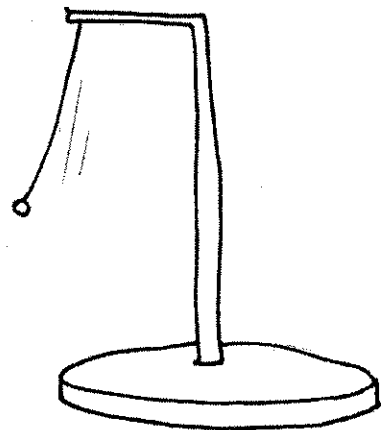
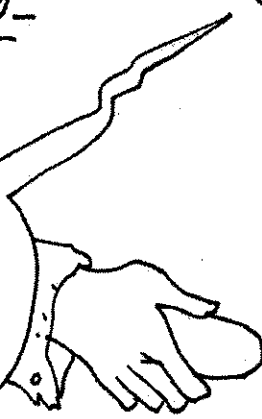
se protilehlá strana kusu kovu pokryla kladnými náboji a opačná strana zápornými náboji.



1) Opačné náboje se přitahují, náboje se stejným znaménkem se odpuzují.  
2) Tyto síly jsou nepřímo úměrné druhé mocnině jejich vzdálenosti, která je odděluje.



Jelikož jsou náboje + blíže k pryskyřici než náboje -, bude právě pryskyřice lehce přitahovat kus kovu.





A co by se stalo, kdybychom místo kusu záporně zelektrizované pryskyřice přiblížili ke kovu kus kladně zelektrizovaného skla?

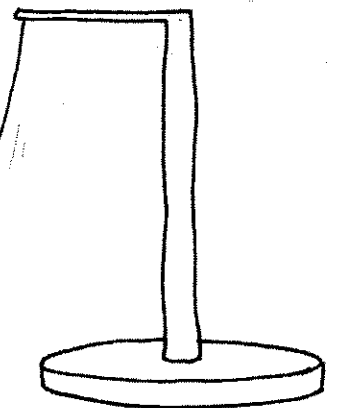
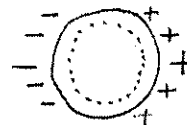
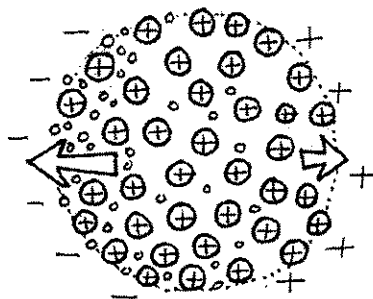
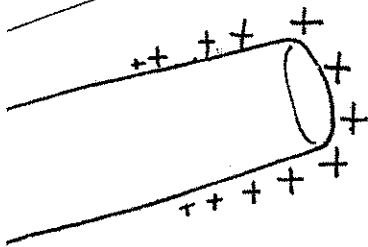
Přemýšlej, Sofie. Dojde zase k indukované elektrizaci, ale opačné.



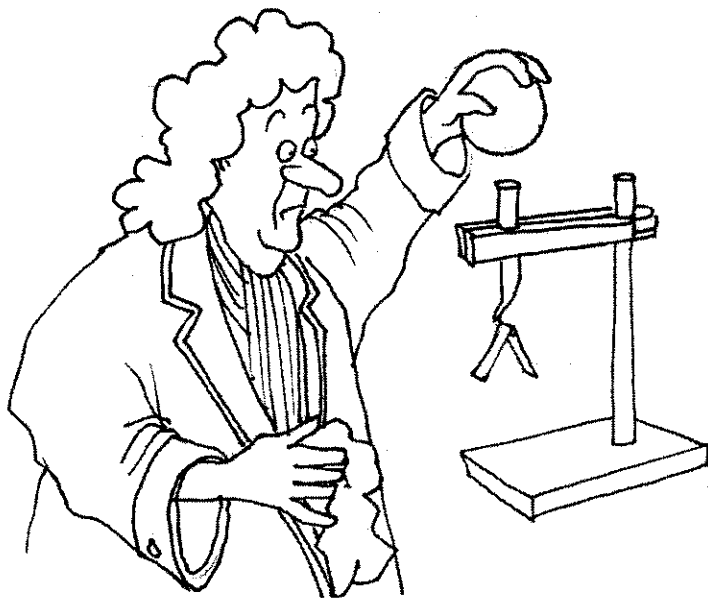
To znamená, že kus kovu bude odpuzován?



Vedle!

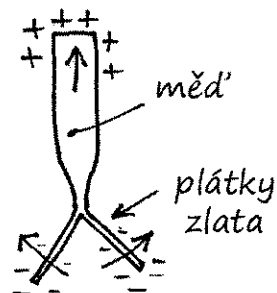
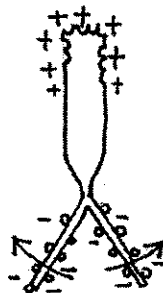
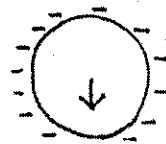
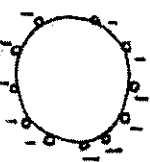


Tentokrát bude sklo přitahovat elektrony kovu, které se nashromáždí na protilehlé straně a odejdou z opačné strany. Výsledkem ale bude pořád (lehká) přitažlivost.



Už vím, proč se oba plíšky zlata od sebe odtahují, když k nim přiblížíte kus zelektrizované pryskyřice.

Vlivem indukované elektrizace náboje, které jsou na povrchu, odpuzují elektrony kovu směrem k plíškám zlata. A protože se náboje se stejným znaménkem odpuzují, tak se tyto rozestoupí.

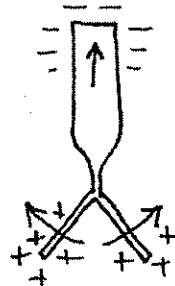
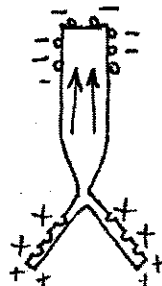
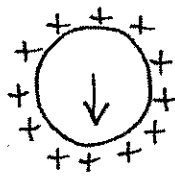
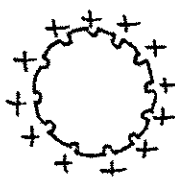


Obě tělesa se lehce přitahují, ale plíšky zlata se zvedají, protože jejich hmotnost je nepatrná.

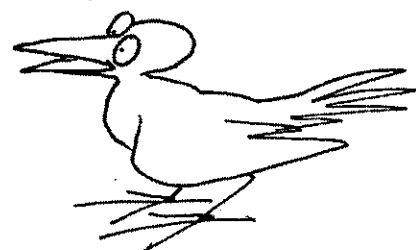


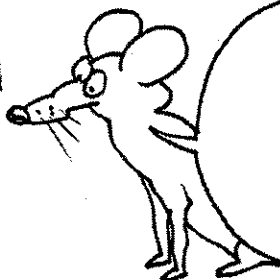
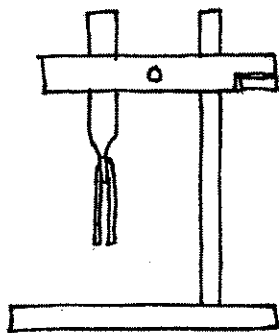
To samé se vlastně děje, když přiblížíte kus elektricky nabitého skla (k povrchu, z něhož jsme "vytrhali" elektrony).

Elektrony se odpoutají od plíšků zlata a nakupí se v horní části tyčky.



Kladně nabitě plíšky zlata se odpuzují.



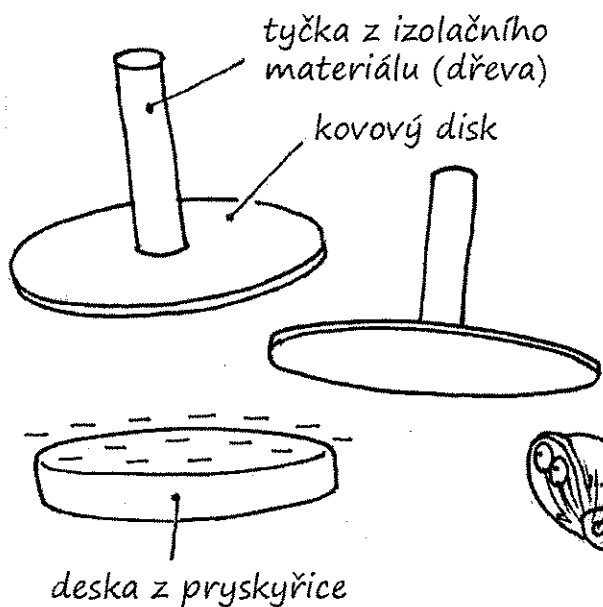


Ale když od sebe zelektrizované kusy oddálíme, vrátí se elektrony na své místo, jev pomine a kus kovu bude znovu ELEKTRICKY NEUTRÁLNÍ.

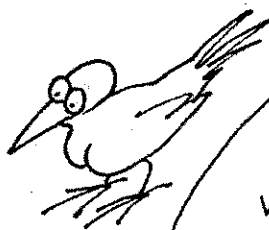
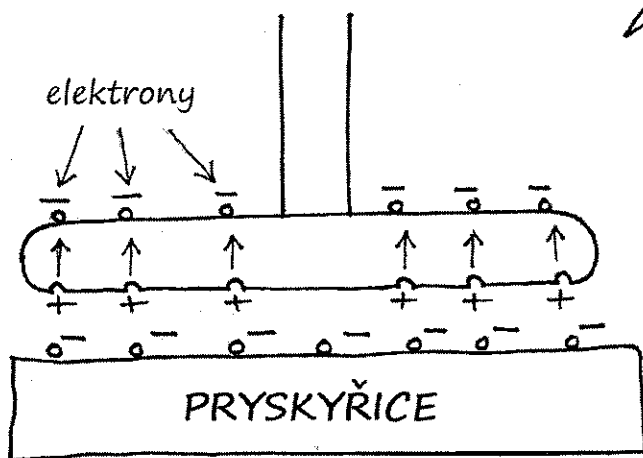


Jak ale NABÍT kus kovu?

# ELEKTROFOR



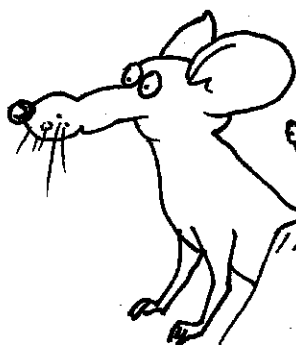
Tento velmi jednoduchý předmět byl vynalezen roku 1800 Italem Voltou. Když ke zelektrizované placke pryskyřice přiblížíme kovový disk, dáme vzniknout indukované elektrizaci.



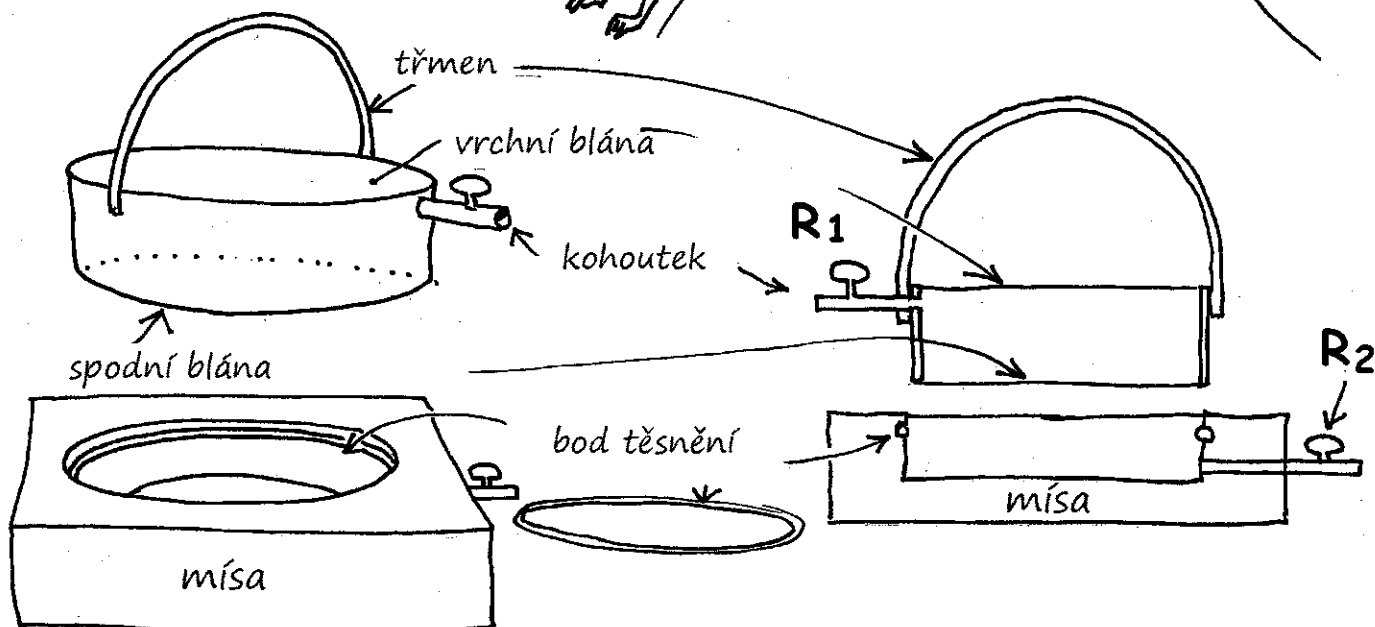
Elektrony, které se vyskytují na povrchu placky z pryskyřice, odpuzují elektrony přítomné v kovu. Ty opustí spodní část disku a přesunou se do jeho horní části.



Slovo phore pochází z řečtiny a znamená nést. Elektrofor je tedy nástroj, který dovoluje přenášet elektrické náboje. Pro lepší pochopení, jak to funguje, použijeme analogii z oblasti mechaniky kapalin.

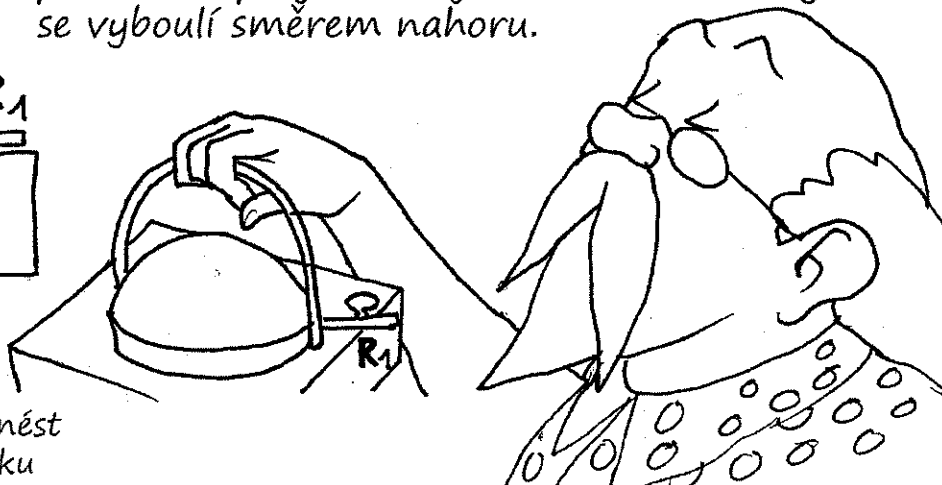
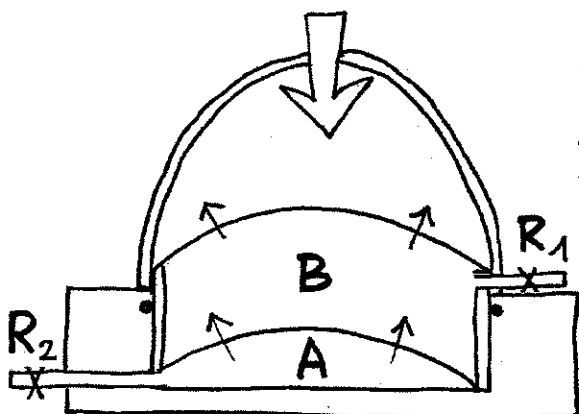


Co je to za harampádí?



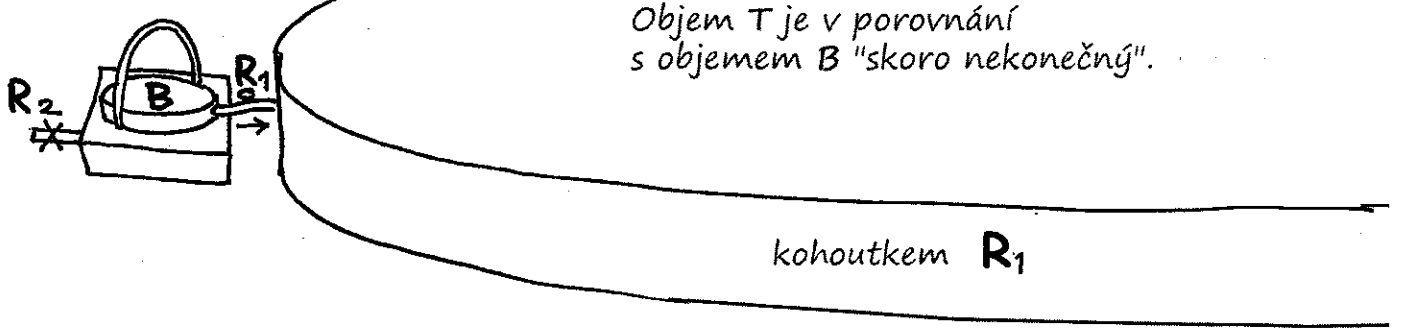
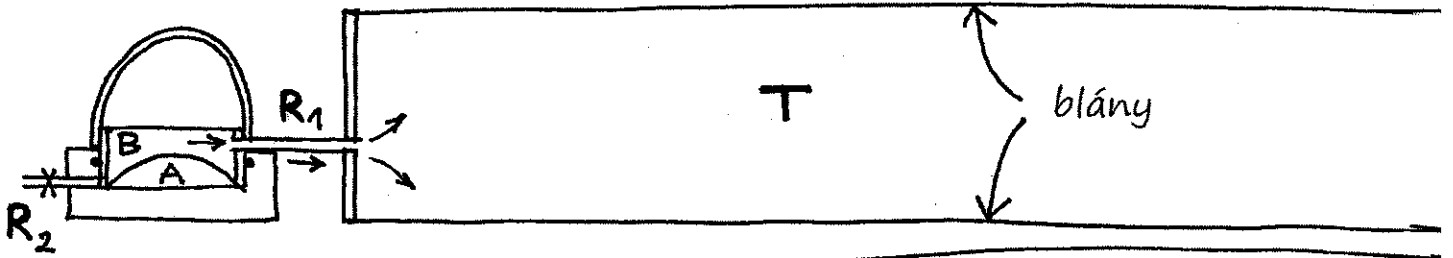
# BAROFOR

Když umístíme barofor do mísy, zůstane vzduch uvězněný v prostoru A. Tento přetlak se projeví v objemu B a obě blány se vyboolí směrem nahoru.

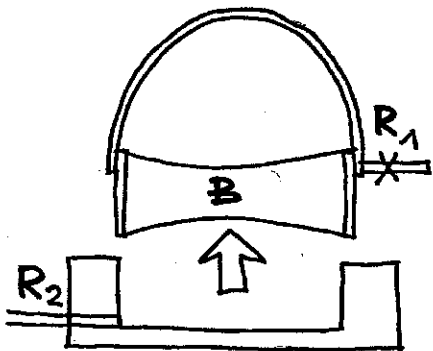


(\*) Baros = tlak ; phore = nést  
Etymologicky: přenos tlaku

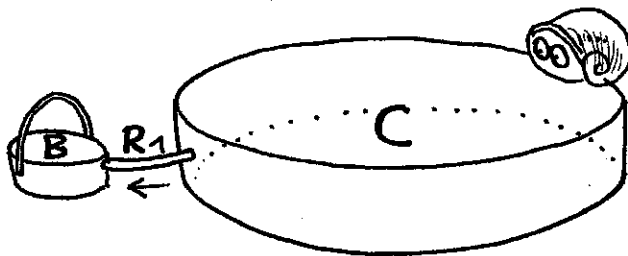




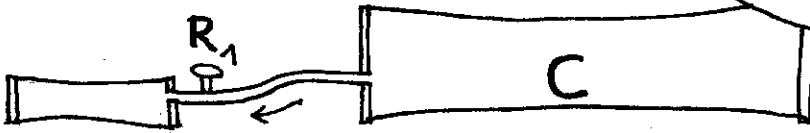
Objem B vymezený dvěma blánami pak spojíme s "ohromnou" nádobou T, která je rovněž vymezena dvěma širokými blánami. Objem má od počátku hodnotu atmosferického tlaku. Tlak v B a tlak v T se téměř vyrovnají hodnotě atmosferického tlaku. Vrchní blána baroforu se zploští. Zavřeme kohoutek  $R_1$  a vyndáme barofor z mísy. Dostaneme následující:



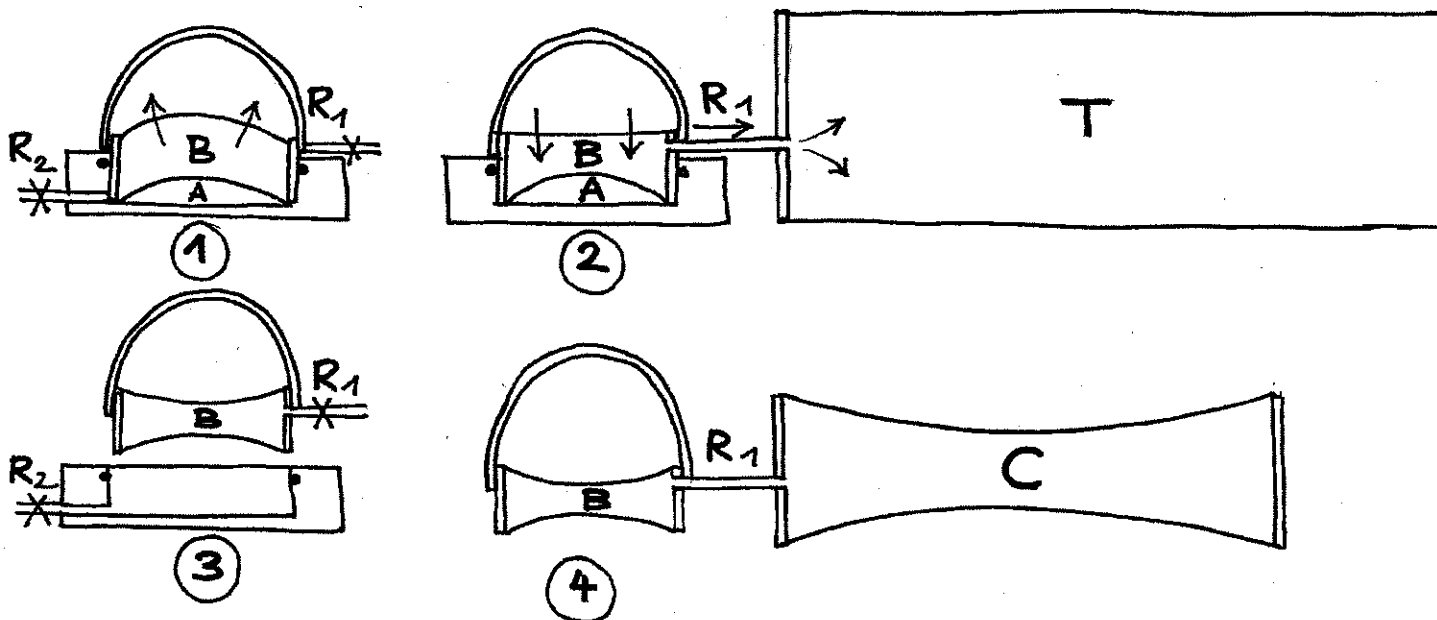
Objem B bude vůči okolnímu atmosferickému tlaku vykazovat **PODTLAK**. Tento **STLAČENÝ** vzduch budeme moci přenést, kam budeme chtít, a použít ho k lehkému snížení tlaku v **KAPACITĚ C**, nebo-li objemu, který je však tentokrát omezený.



Oba tlaky se vyrovnají. Barofor B tedy dovolil vytvořit lehký podtlak v **KAPACITĚ C** naplněné vzduchem. Blány se lehce prohnou.



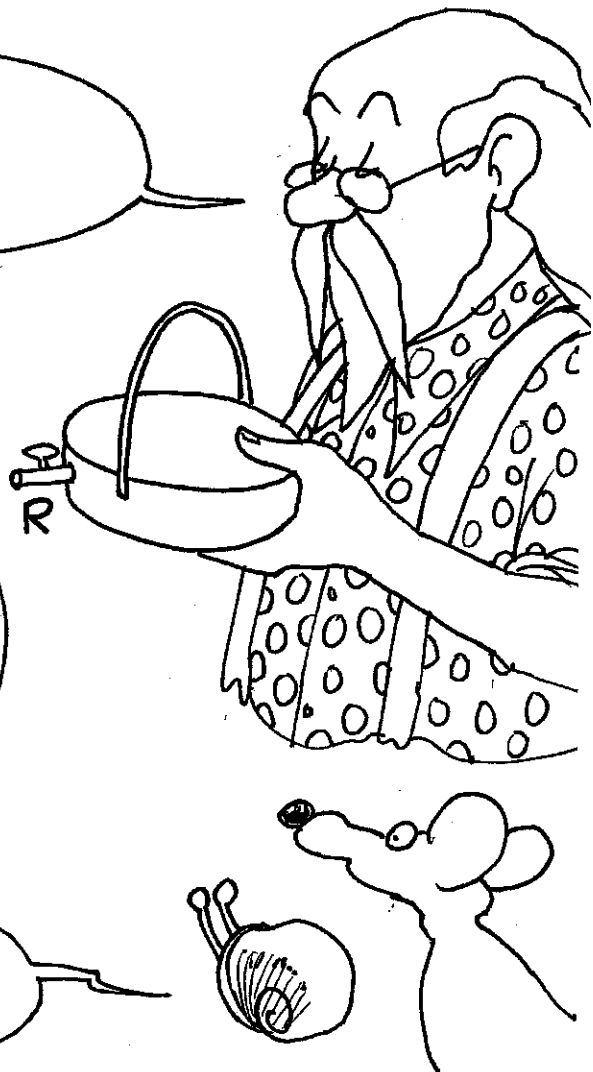
Daný postup můžeme zopakovat a pokaždé budeme moci odsát trochu vzduchu z KAPACITY C, ale čím dál tím méně. Po určitém počtu opakování se daný postup ukáže jako neúčinný, protože tlaky (přesněji podtlaky) se vyrovnají.



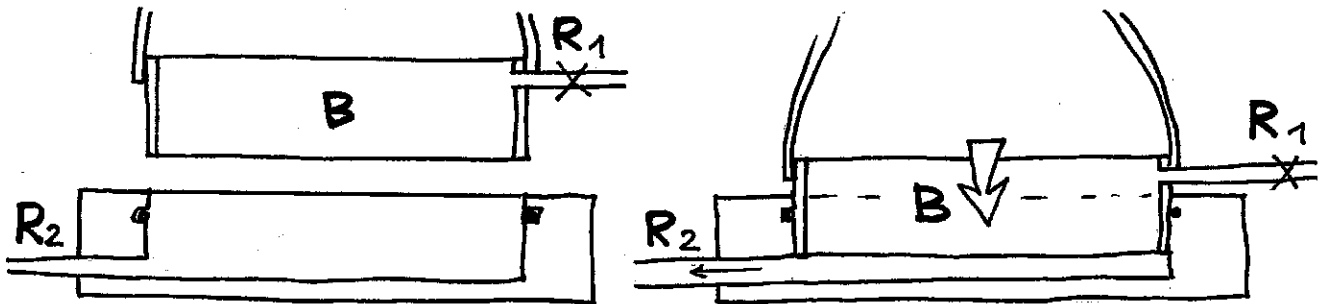
Získáme tak trochu zvláštní druh vývěvy, kdy za pomoci baroforu PŘEMÍSTUJEME PODTLAK.

A můžeme ji použít i k přemístění ... přetlaku?

To je vážně sranda, tahle věcička!

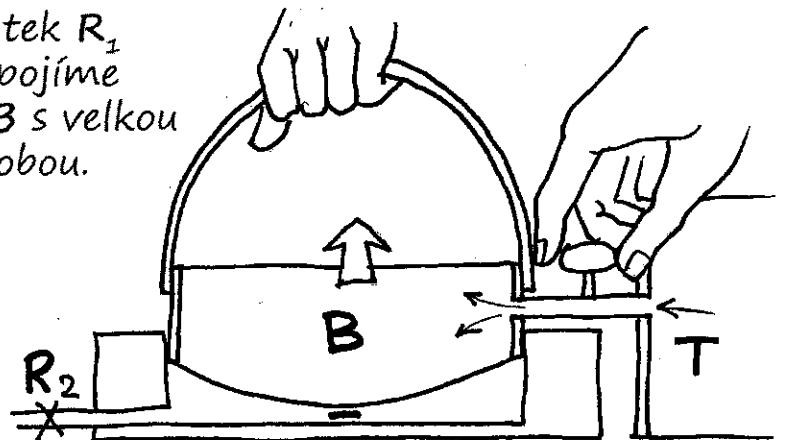
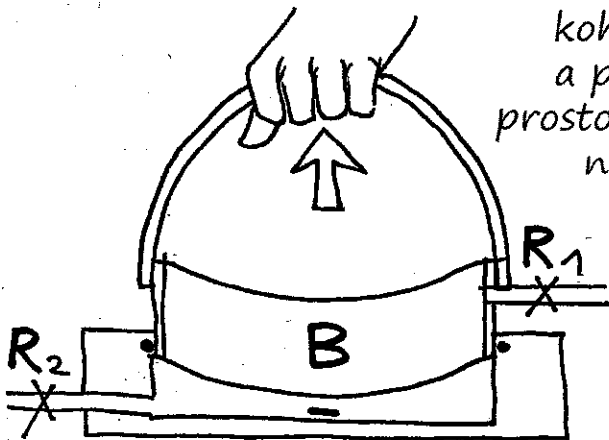


Když je barofor na úrovni okolního tlaku, nepůsobí na blány žádné napětí. Po skončení nejrůznějších pokusů, jsme uvnitř prostoru B vytvořili **PODTLAK**. V blánách stále přetrvává **NAPĚTÍ**. Toto **NAPĚTÍ** vyhodnotíme jako **ZÁPORNÉ**. Pomocí baroforu vytvoříme uvnitř prostoru B včetně mezery mezi blanami **PŘETLAK** a označíme **NAPĚTÍ** jako **KLADNÉ**.

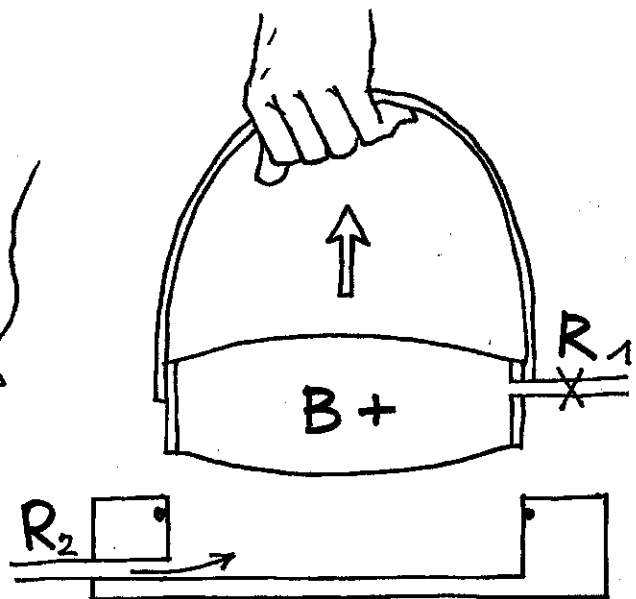
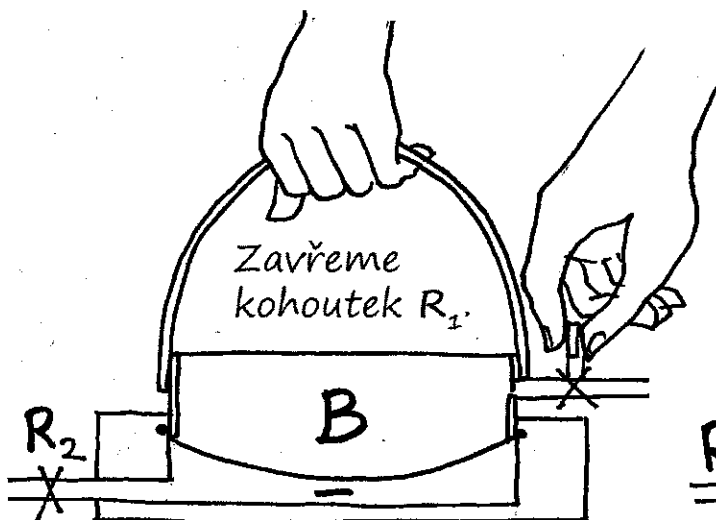


Otevřeme kohoutek  $R_2$  a umístíme barofor do mísy.

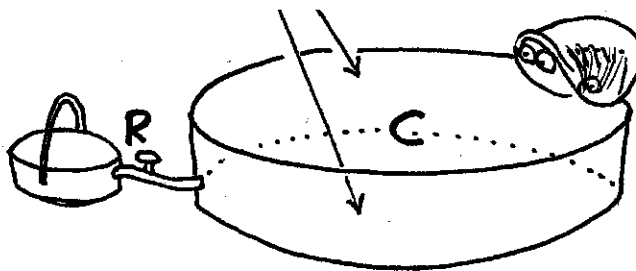
Potom otevřeme kohoutek  $R_1$  a propojíme prostor B s velkou nádobou.



Zavřeme kohoutek  $R_2$ .



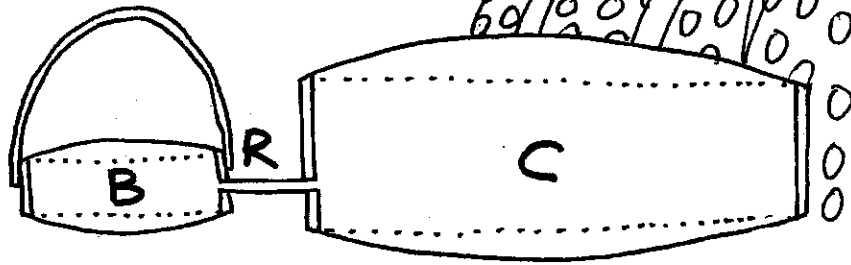
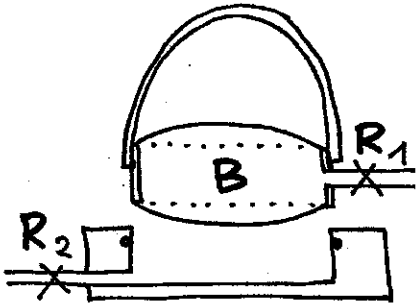
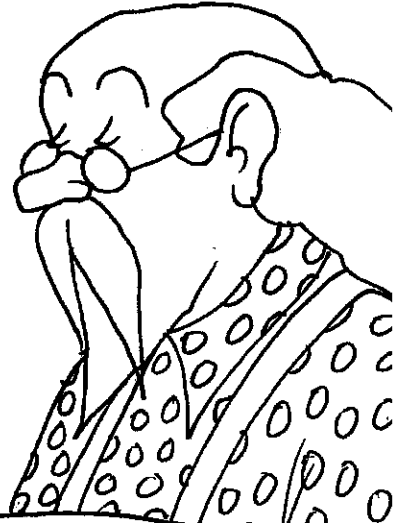
Otevřeme kohoutek  $R_2$  a vyjmeme barofor.



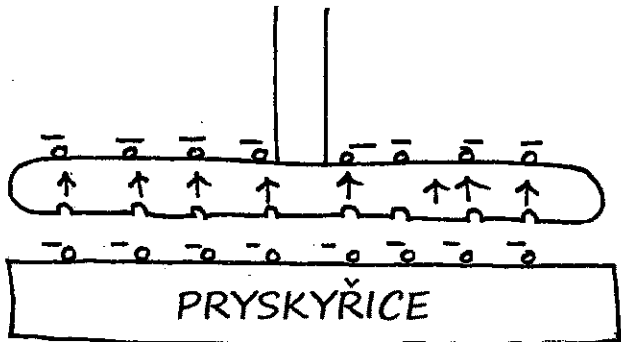
Oba tlaky se vyrovnají. Barofor B umožňuje vytvořit lehký přetlak v KAPACITĚ C naplněné vzduchem. Blány se proto lehce vypoulí.



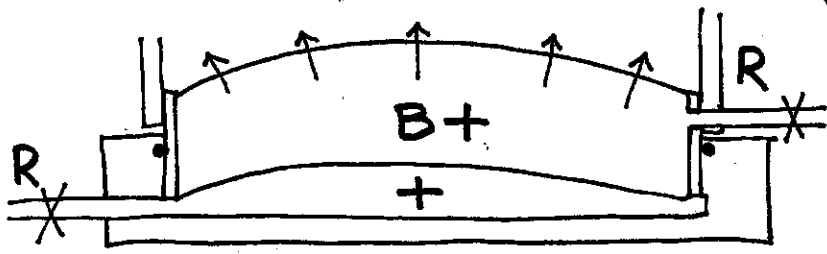
Daný postup můžeme pomocí tohoto "ručního kompresoru" opakovat tak dlouho, až se tlak B a tlak C vyrovnají. Vytvořený tlak v C tedy dosáhne maximální hodnoty. Pak lze říci, že KAPACITA C dosáhla maximálního KLADNÉHO NAPĚTÍ.

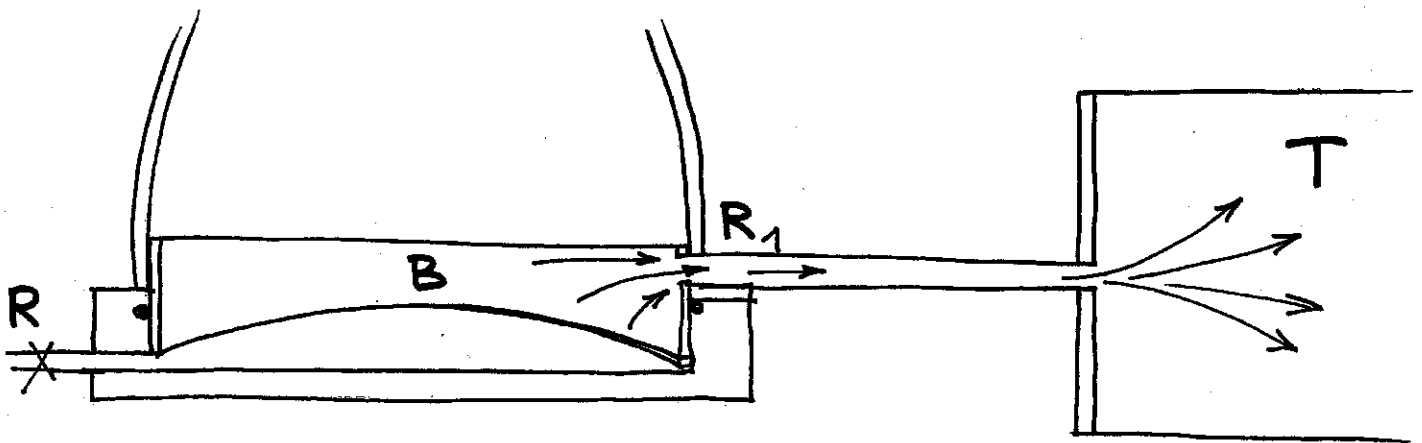


"Vývěva" bude účinná, když se tlaky v B a C vyrovnají, když hodnoty NAPĚTÍ v blanách si budou rovny.

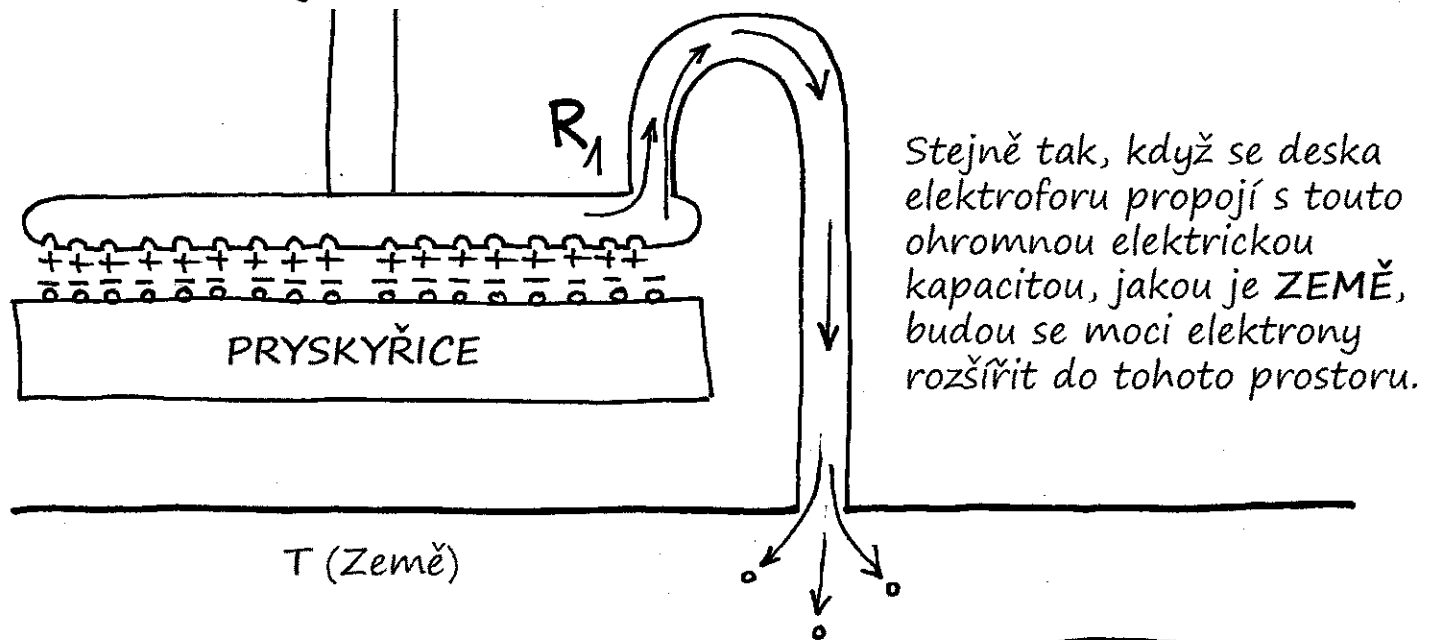


Vraťme se k našemu elektroforu. Elektrony přítomné na povrchu pryskyřice odpuzují elektrony kovu směrem k horní části disku.

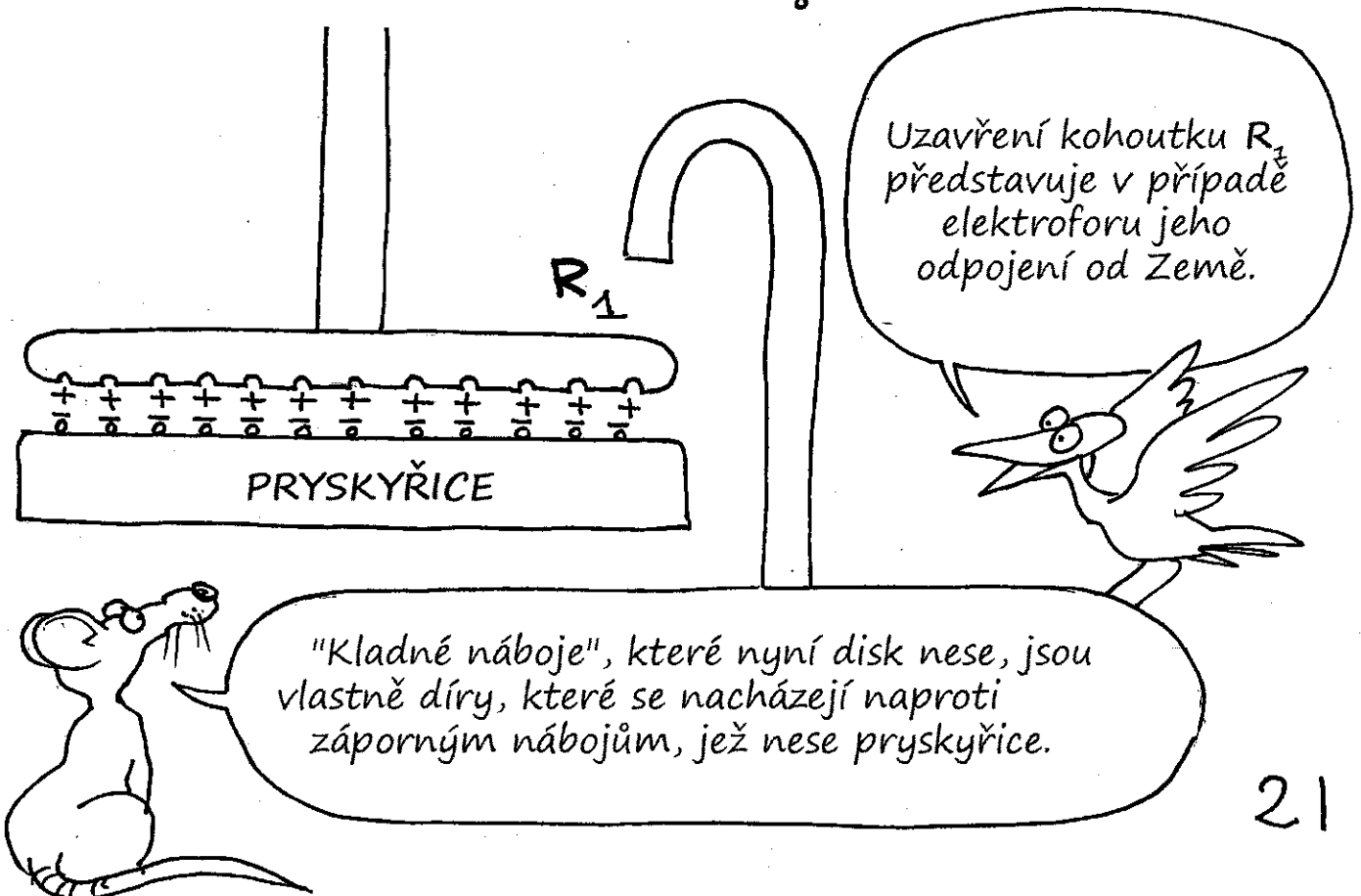




Když jsme otevřeli kohoutek  $R_1$ , umožnili jsme přetlaku vládnoucímu v  $B$ , aby se přesunul do ohromné kapacity  $T$ , tedy do objemu, který je skoro nekonečný.



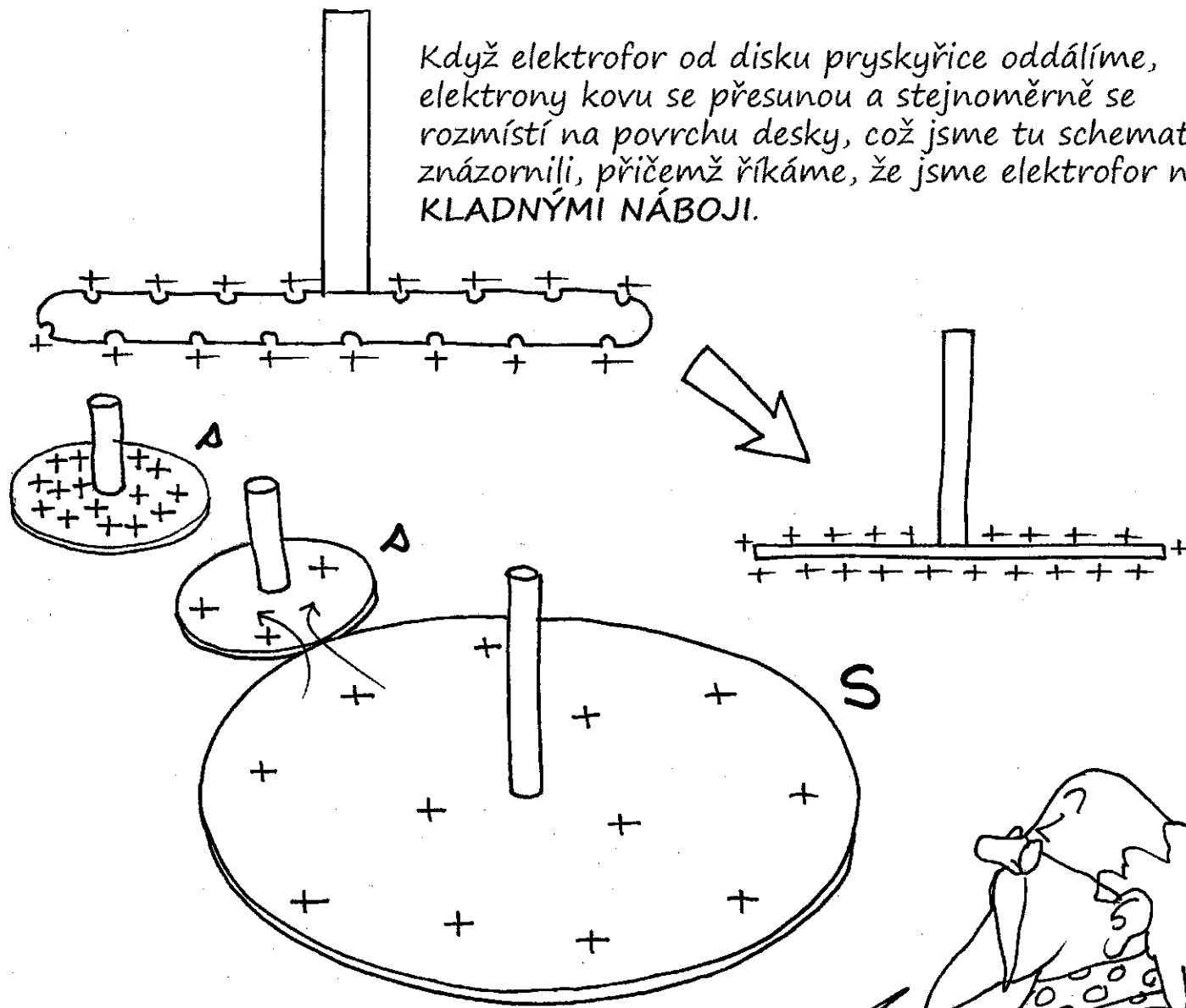
Stejně tak, když se deska elektroforu propojí s touto ohromnou elektrickou kapacitou, jakou je ZEMĚ, budou se moci elektrony rozšířit do tohoto prostoru.



Uzavření kohoutku  $R_1$  představuje v případě elektroforu jeho odpojení od Země.

"Kladné náboje", které nyní disk nese, jsou vlastně díry, které se nacházejí naproti záporným nábojům, jež nese pryskyřice.

Když elektrofor od disku pryskyřice oddálíme, elektrony kovu se přesunou a stejnoměrně se rozmístí na povrchu desky, což jsme tu schematicky znázornili, přičemž říkáme, že jsme elektrofor nabili **KLADNÝMI NÁBOJI**.



Když dáme dohromady elektrofor o ploše  $s$  s kapacitou o ploše  $S$ , obě zařízení si rozdělí "kladné náboje" tak, že hustota nábojů na jednotku plochy bude u obou stejná. Jsou to elektrony z velkého disku, které se pohybují směrem k malému. Když postup zopakujeme, budeme moci provést přenos nábojů, který ustane, jakmile hustota nábojů na povrchu elektroforu bude stejná jako hustota **KAPACITY**, kterou nabíjel.

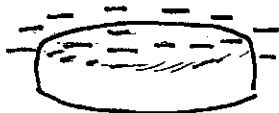
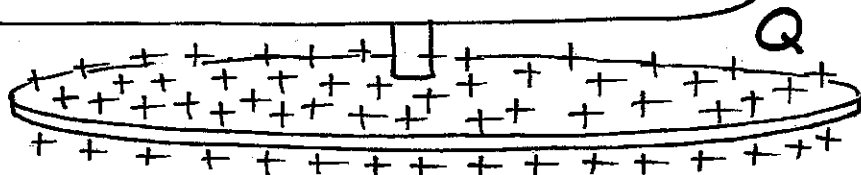
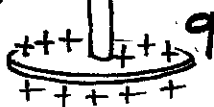


To je vážně sranda, tahle věc.



Začínám rozumět analogii s baroforem. Jestliže provedeme dostatečný počet přenosů plynu, můžeme pomocí baroforu dosáhnout v prostoru o libovolném objemu stejného tlaku, jaký vládne v prostoru B, když ho vyndáme z mísy.

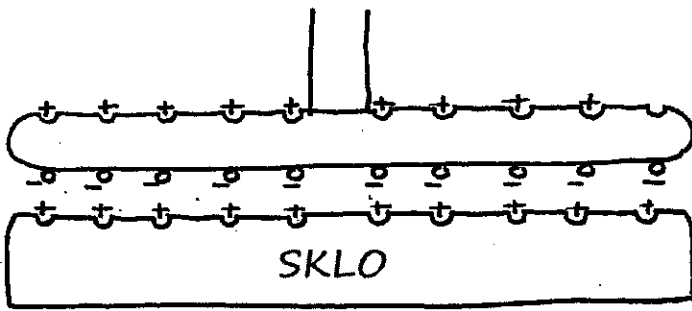
Ale našli bychom ekvivalent i v případě STATICKÉ ELEKTRINY?



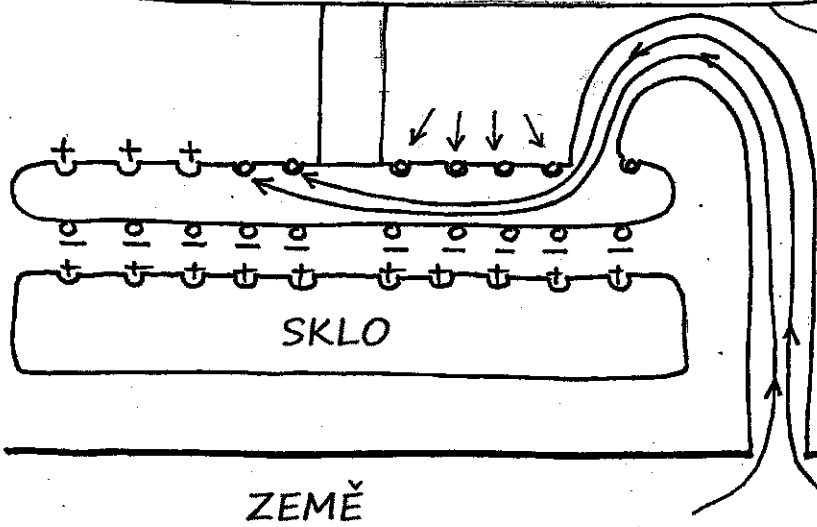
Na ploše  $S$  dané kapacity můžeme vytvořit stejnou hustotu elektrických nábojů, jaká je na povrchu elektroforu a která závisí na elektrizaci kusu pryskyřice.

Ale odkud se vlastně ty elektrické náboje berou?  
To je úplná magie.

Tahle magie, jak říkáš, dovolila lidem posunout se dál v poznání, od drobných pokusů, dobrých k pobavení dětí, k věcem mnohem závažnějším.

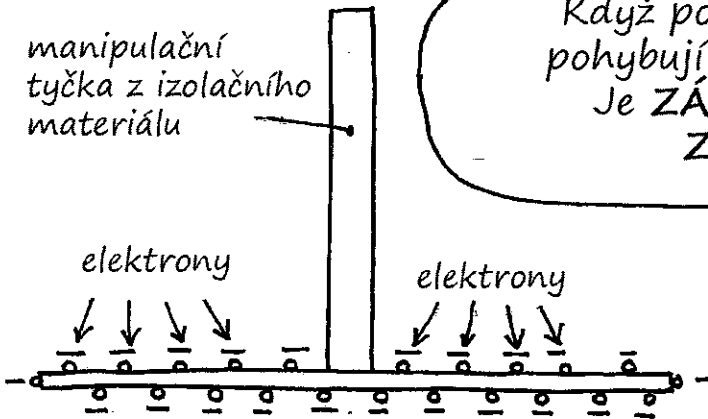


A co se stane, když bude elektrofor fungovat s tabulí SKLA, na jehož povrchu jsou DÍRY a které je tedy Kladné Nabitě?



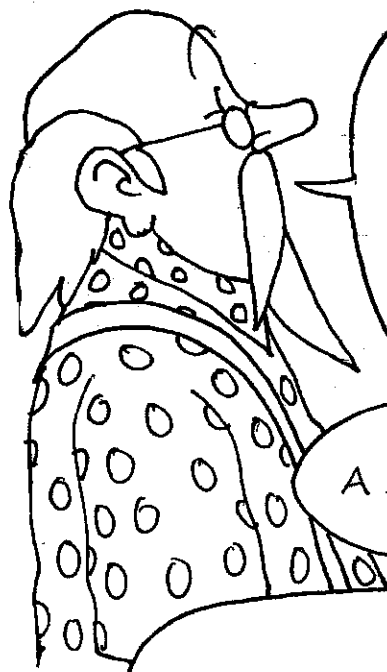
Když připojíme disk k ZEMI, elektrony, které jsou přitahovány kladnými dírami, stoupají nahoru, aby je zasypaly a neutralizovaly.

Když potom elektrofor oddálíme, pohybují se elektrony po celé ploše. Je ZÁporně Nabitý a nese ZÁporné Napětí.



Počkej, teď už ničemu nerozumím! Analogie s baroforem se nějak ztrácí. ELEKTRICKÉ FLUIDUM je tenhle druh ELEKTRONOVÉHO PLYNU (\*). Tady je toho víc, deska by měla mít přetlak a nést kladné napětí, nebo ne?





Správná poznámka, milý Anselme. Vlastně když si lidé začali hrát s elektřinou, od začátku si mysleli, že se jedná o **ELEKTRICKÉ FLUIDUM**. Ale nikdo nevěděl, jakým směrem teče. Vybral se tedy libovolný směr a byla tu šance jedna ku dvěma, že se trefíme.

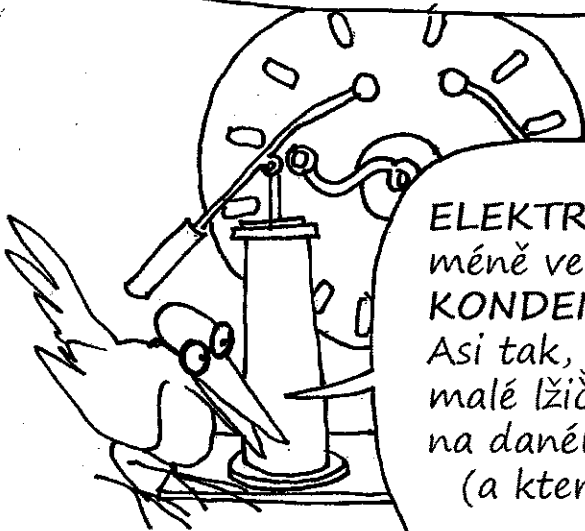
A směla, netrefili jsme se!



Potom už to nebylo možné napravit. A kvůli tomu, jak uvidíme později, tu máme kladný směr elektrického proudu, který je prostě **OBRÁCENÝ** vůči směru pohybu elektronů.




V té době se nevědělo, že proud vychází z pohybu elektronů. Jinak bychom tomu přiřkli kladný náboj. Ale jednou došlo k omylu a už bylo příliš pozdě.



**ELEKTROFOR** umožnil koncentrovat více či méně velké množství elektrických nábojů v **KONDENZÁTORECH** o zvětšující se ploše (\*). Asi tak, jako kdybychom chtěli naplnit vanu pomocí malé lžičky. Vynalezlo se plno strojů založených na daném principu, které toto dělaly automaticky (a které tu nebudeme popisovat).

(\*) Kapacita k nabití je přímo úměrná ploše.



Elektrický náboj roste spolu s plochou.  
Ale nemusím pracovat s rovnou plochou.  
Do izolované nádoby jsem dal pomačkaný  
list zlata a celé jsem to nabil na maximum.



SAKRIŠ!

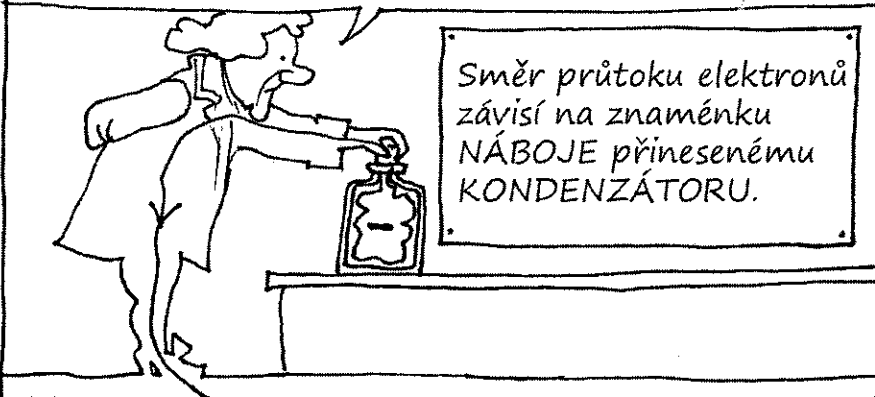
?!!



Nejdřív to jen trochu  
zalehtalo. Ale tohle!

Jo, jo, přešlo se tedy  
od pokusů v salónech k  
elektrickým ranám, které  
dokázaly člověka povalit  
na zem, nebo dokonce i  
...

Každopádně lidské tělo vede elektřinu a  
když jsem se dotkl tyčky, uvedl jsem tohle  
zařízení do kontaktu se ZEMÍ (\*).



Směr průtoku elektronů  
závisí na znaménku  
NÁBOJE přinesenému  
KONDENZÁTORU.

**26 (\*) POZOR!** Jestliže na INTERNETU najdete plán nějakého ELEKTROSTATICKÉHO ZAŘÍZENÍ a použijete ho k nabití velkého kondenzátoru, můžete se rozloučit se životem.

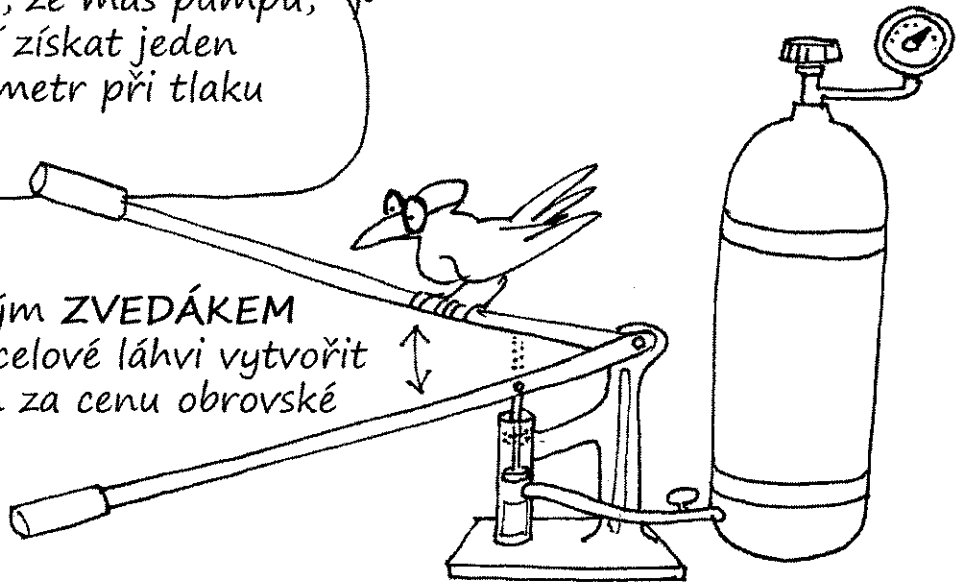


Jak to, že je možné kus třené pryskyřice nebo skla přeměnit z prosté dětské hračky na zařízení schopné zabít koně? Přiznávám, že tomu nerozumím!

Vraťme se znovu k BAROFORU. Pomocí něj jsi mohla přenést malý objem  $B$  při tlaku  $P$ . A potom i mnohem větší objem  $C$  při stejném tlaku.

Teď si představ, že máš pumpu, která ti umožní získat jeden krychlový centimetr při tlaku sto kilogramů.

S tímto vzduchovým ZVEDÁKEM bychom mohli v ocelové láhvi vytvořit stejný tlak, ale jen za cenu obrovské námahy.



A když tomu věnujeme více času, můžeme vyrobit určitý druh bomby (v případě, že by se ocelová láhev rozlétla na kousky).

V elektřině je ekvivalentem pro tlak NAPĚTÍ, které se měří ve voltech.

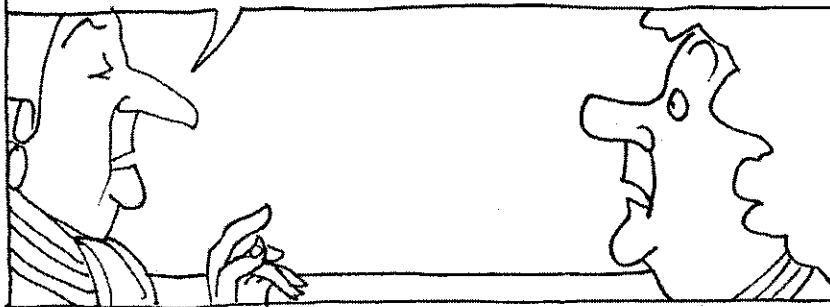
(\*) TLAK je také HUSTOTA ENERGIE NA JEDNOTKU OBJEMU.



A je ze mě boháč.



Je tu však jedna otázka: jak přesvědčíme nepřátelské vojsko, aby se drželo za ruce?



# ÚČINEK KOVOVÉHO HROTU



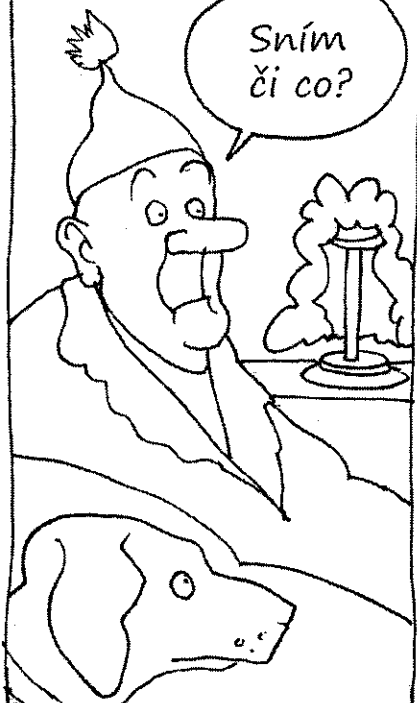
Tak a je konec s využitím pro vojenské účely. Ale i přesto je to způsob, jak tento elektrický oheň uvězněný v láhvi uchovat.

Nekonečně dlouho? To není jisté.



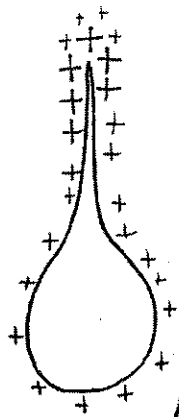
A padla noc.

Sním  
či co?



Moje elektrická láhev skrz hrot vyprchává. Vyzařuje světlo a je skoro vybitá.



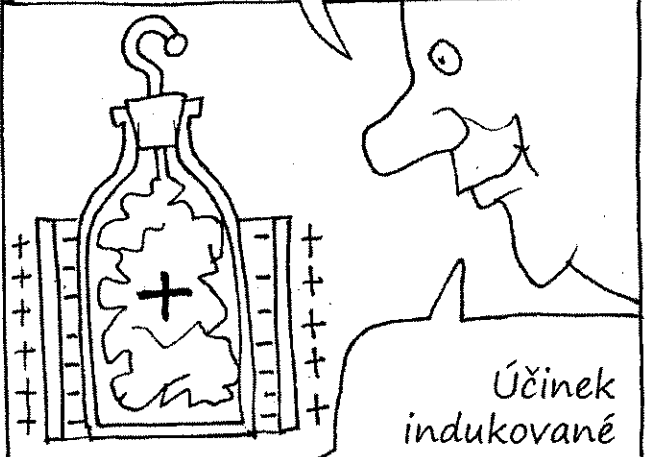


Působením elektrického tlaku se náboje soustřeďují v hrotu.

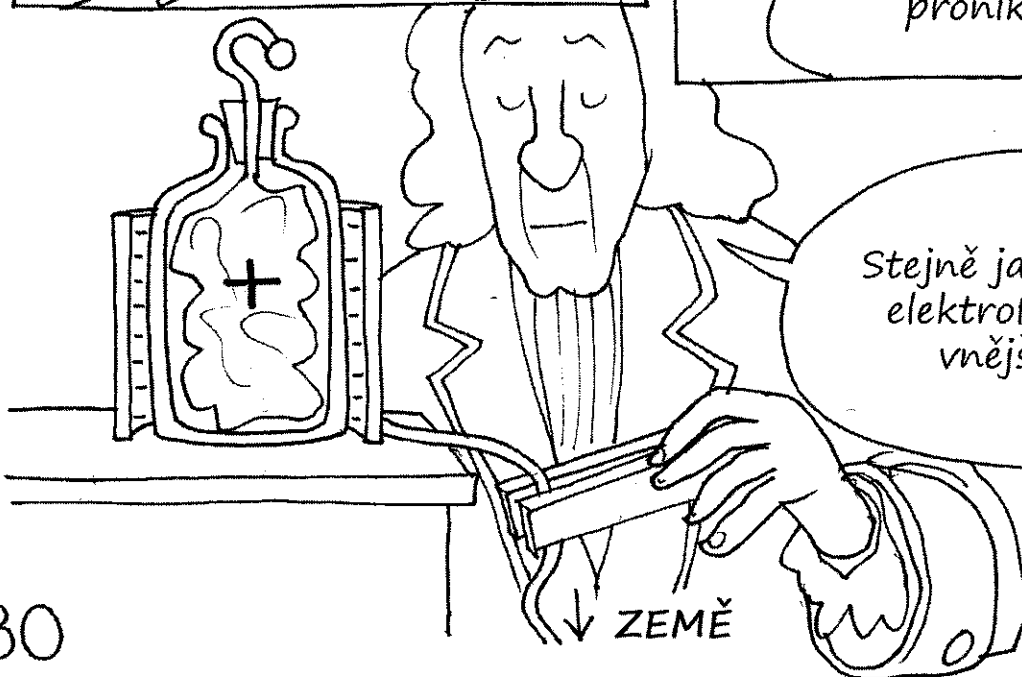
Jestliže chci zabránit tomuto elektrickému úniku, musím změnit ELEKTRODU.



A kdybych obtočil láhev kovovým plátem?

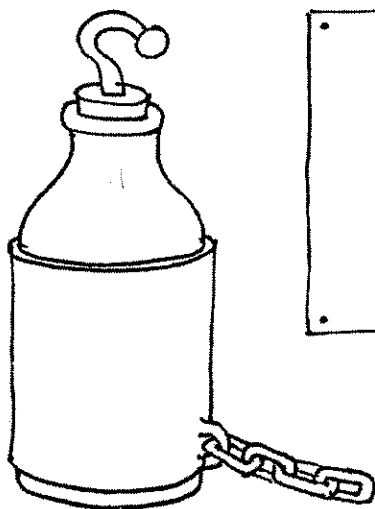


Účinek indukované elektrizace pronikne i skrz sklo.

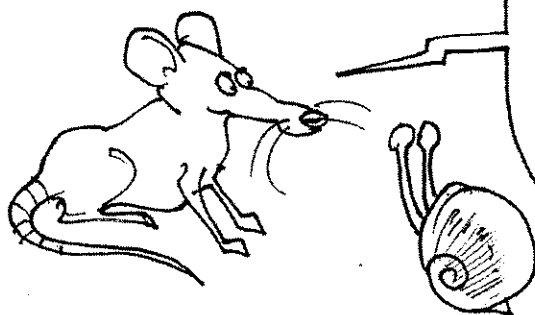


Stejně jako v případě elektroforu odvedu vnější náboje.

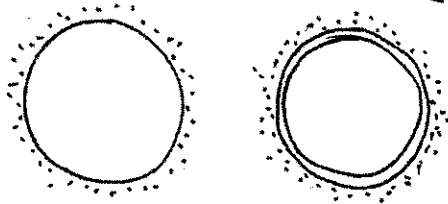
# KONDENZÁTOR



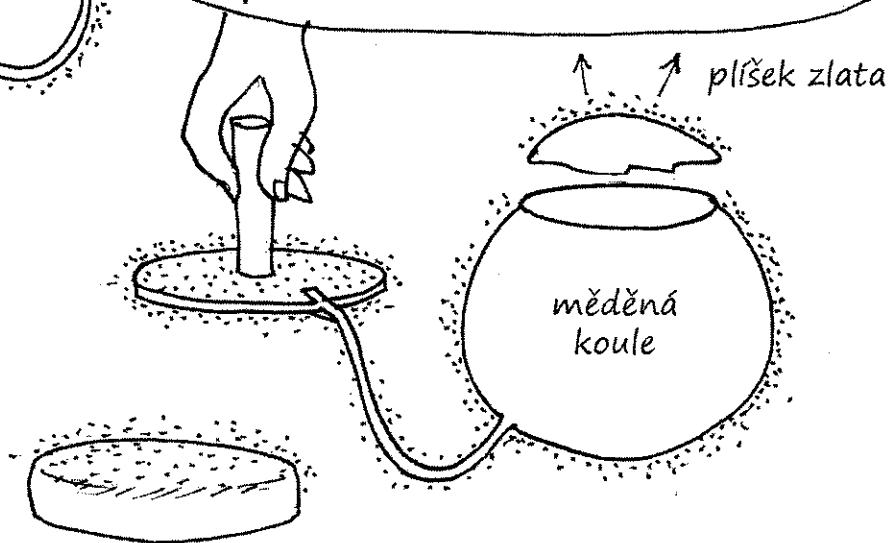
Díky vnějšímu pásu zdvojnásobíme elektrický náboj. Tak vznikl v holandském městě Leidenu první KONDENZÁTOR.



Pokusy pokračovaly, jeden zajímavější než druhý. Brzy si lidé všimli, že plná koule i dutá koule, které jsou nabitě stejným způsobem ("při stejném napětí"), nesou stejné množství elektrických nábojů.

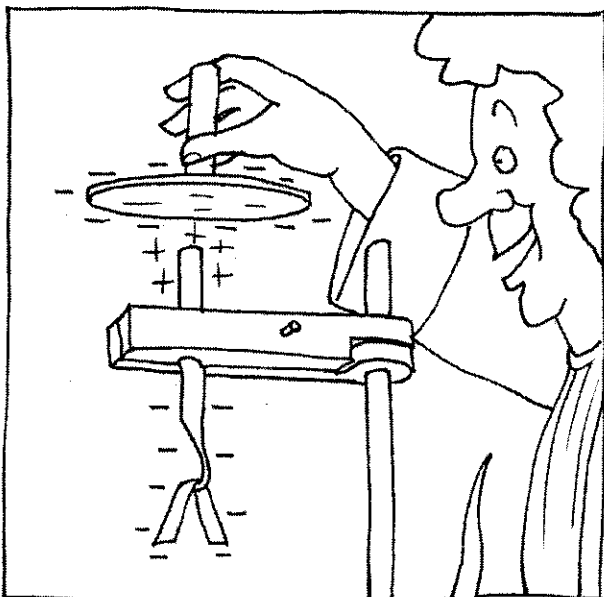


To je normální, protože elektrické náboje jsou na povrchu, vzhledem k tomu, že se odpuzují.

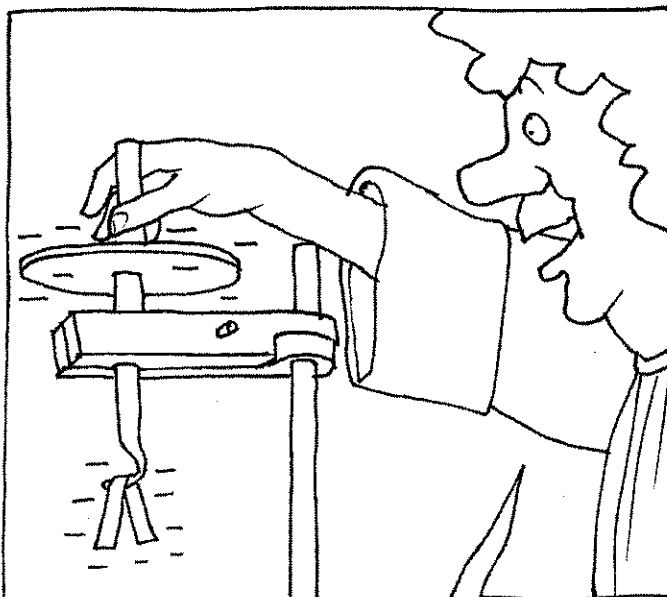


Jeden zábavný pokus: nabijeme-li dutou kovovou kouli uzavřenou lehkou pokličkou ze zlata, poklička se zvedne díky působení ELEKTRICKÉHO TLAKU.

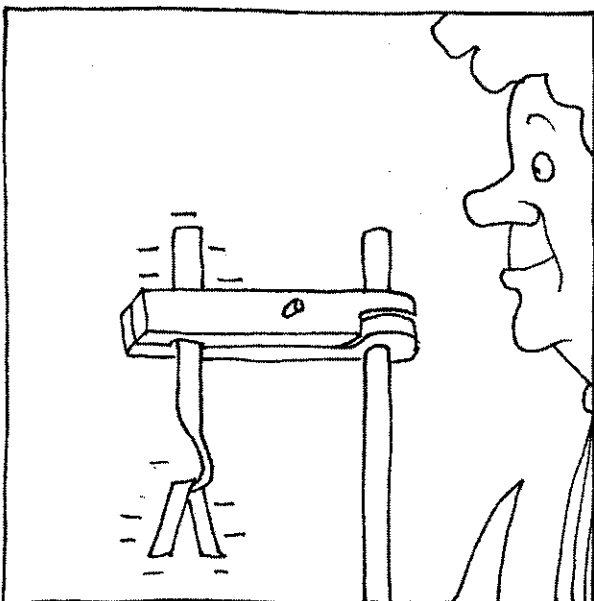
# ELEKTROMETR



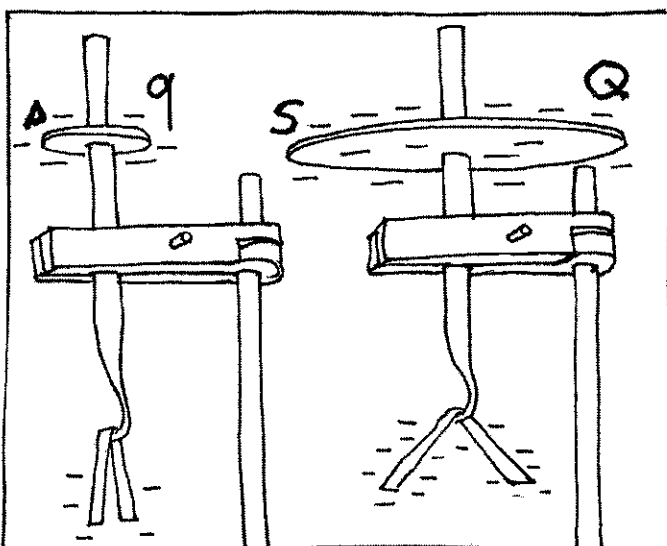
Vraťme se k našemu předchozímu pokusu. Za prvé: indukovaná elektrizace.



Za druhé: neutralizace kladně nabitých nábojů nebo ... rozdělení záporně nabitých nábojů.



Za třetí: odejmu nabitý předmět. Přetrvává záporný náboj, který udržuje lístky zlata roztažené.



Když použijeme stejnou placku nabitě pryskyřice, oba elektrofony o ploše  $s$  a  $S$  přenesou přímo úměrně náboje  $q$  a  $Q$ . Podle toho je velké roztažení lístků zlata.



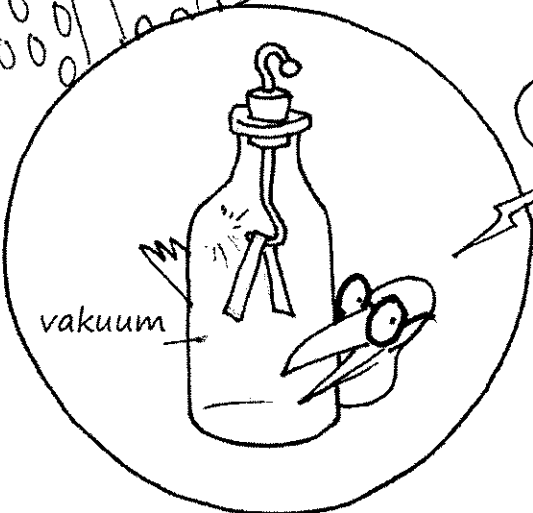
Tohle zařízení nazýváme elektrometr se zlatými lístky. Roztažení lístků nám umožňuje učinit si představu o elektrickém náboji, který je obsažený v jakémkoli kovu, ale neumožňuje nám poznat jeho znaménko.



A zachová si ten náboj napořád?

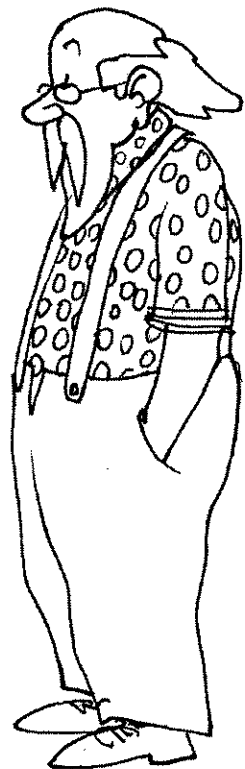
Vzduch není dokonalý izolant, zvláště když je vlhký. Časem se náboje ztratí v atmosféře.

V laboratoři jsou lístky zlata uchovány ve vakuu.



Dědo, chápu, že se dá třením zelektrizovat moje pravítko z plexiskla. Ale nechápu, proč přitahuje papír?

Dobrá otázka.

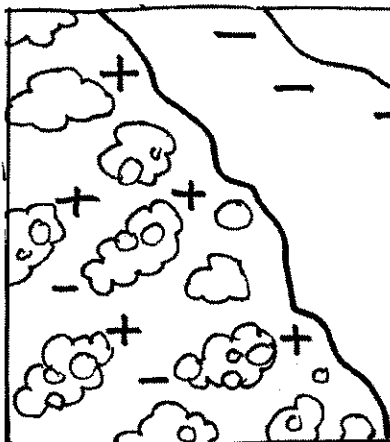
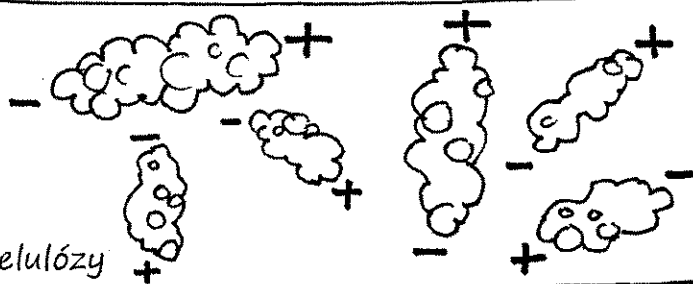


# POLARIZACE



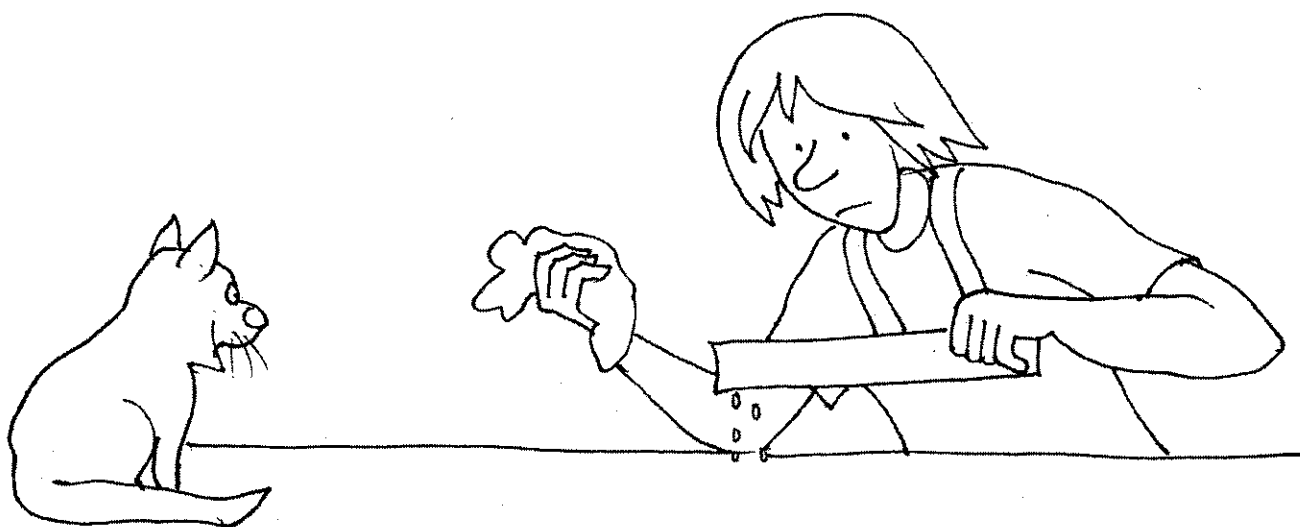
Viděl jsi, že naši předci nechávali přitahovat koule z velmi lehkého dřeva černého bezu. Toto dřevo, stejně jako papír, obsahuje molekuly celulózy (\*), které jsou ve formě malých ELEKTRICKÝCH DIPOLŮ s nábojem + na jednom konci a nábojem - na druhém.

molekuly celulózy

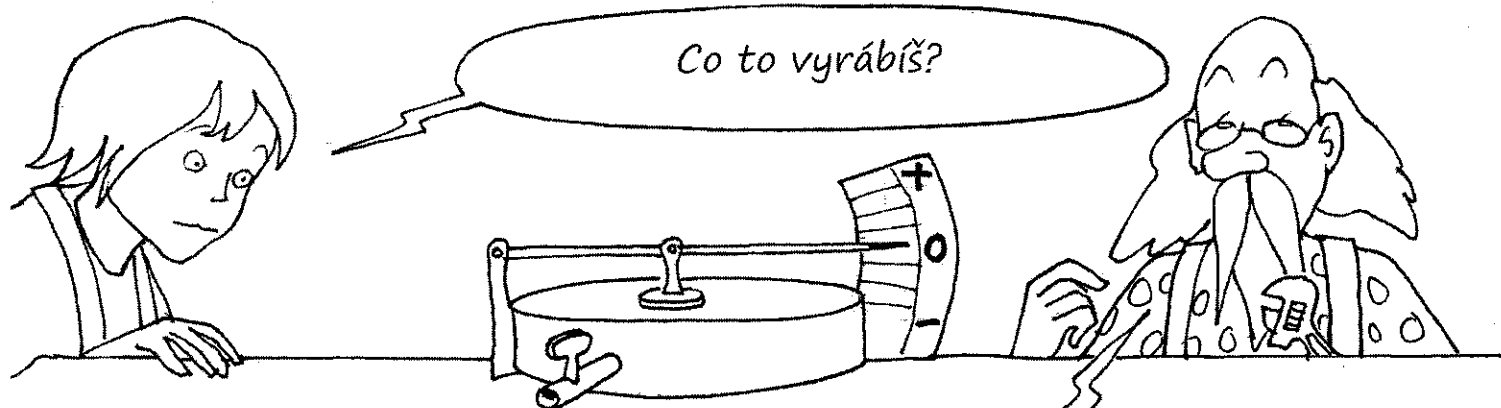


Jsou-li tyto molekuly v blízkosti elektricky nabitého předmětu, nasměrují k němu opačně nabitě náboje, než jsou náboje daného předmětu. Z toho plyne

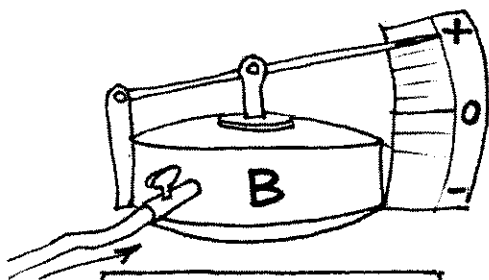
**PŘITAŽLIVOST.**



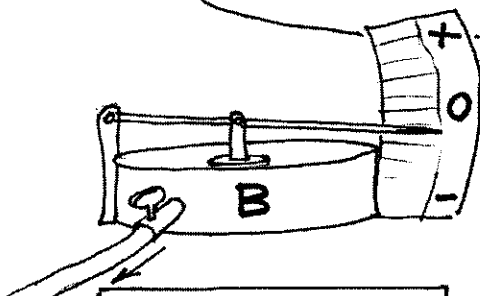




BAROMETR



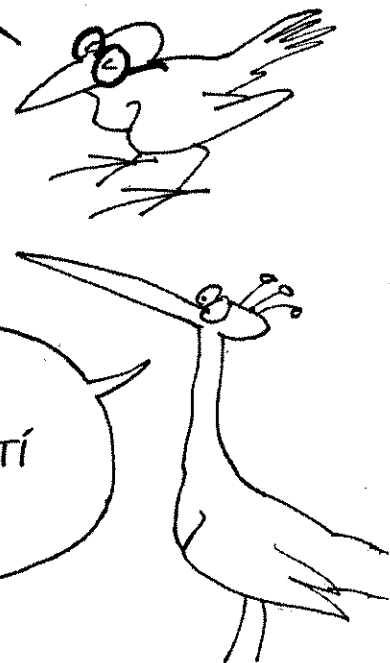
Přetlak:  
kladné napětí  
v bláně



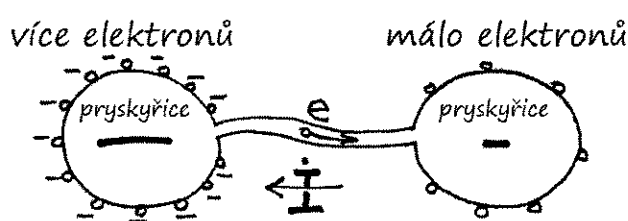
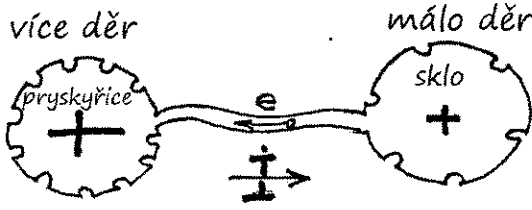
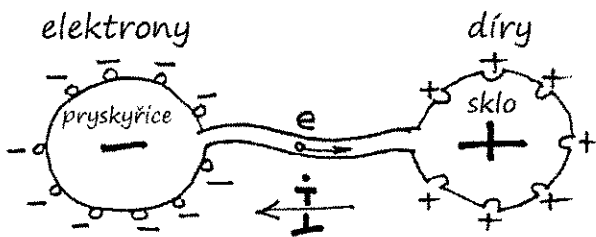
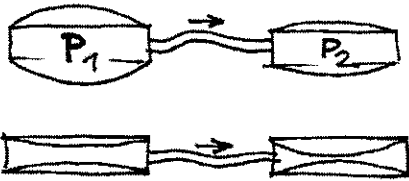
Podtlak:  
záporné napětí  
v bláně



Jestliže připojíme dva vnitřní prostory  $B_1$  a  $B_2$ , přičemž jeden bude pod kladným napětím a druhý pod záporným, získáme proud plynu.

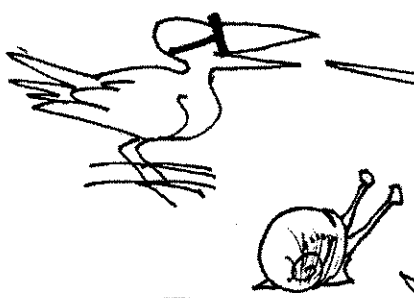


Ale samotné utvoření proudu plynu způsobuje TLAKOVÝ ROZDÍL  $P_1$  a  $P_2$ , nebo ROZDÍL NAPĚTÍ  $V_1$  a  $V_2$ , který je spojený s oběma vnitřky.



Plus ostatní přechodné situace.

Proud plynu se utvoří mezi oběma vnitřními prostory v místě s vysokým tlakem a bude směřovat k místu s nízkým tlakem, a to i v případě, že budou oba tlaky nižší než okolní tlak.



Všechny tyto konfigurace mezi kladně nabitými kondenzátory (úbytek elektronů) a záporně nabitými (nadbytek elektronů) tu opět nacházíme.

Když si to shrneme, proud nabitých částic se vždy utvoří v prostředí, kde je nejvíce elektronů, a směřuje do prostředí, kde jich je nejméně. A protože jsme do toho před dvěma stoletími šlápli, nezůstává, než proud nasměřovat v **OPACNÉM SMĚRU**, než je pohyb **PLYNU S VOLNÝMI ELEKTRONY**.

To je vážně pitomý omyl. Měli jsme šanci jedna ku dvěma ...

Možná, že na jiné planetě se trefili.

A kdybychom se teď chtěli pokusit změnit směr **ELEKTRICKÉHO PROUDU**, no nazdar, to by byla spoušť! Raději jsme to proto nechali být.

To je pravděpodobné.

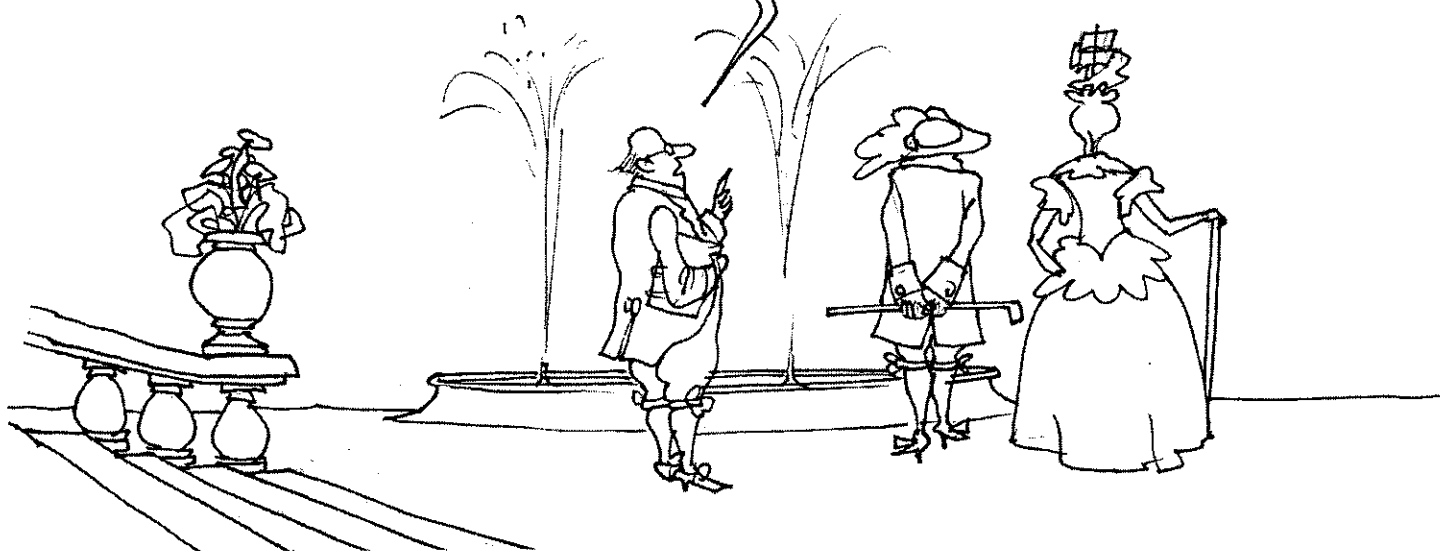


Sire, můj vynález by se dal využít v oblasti energie. Když se tato leidenská láhev začala vybíjet, zjistil jsem, že kondenzátor, který má podobu tenkého měděného vlákna, je ohříván prostřednictvím elektrického ohně.

Bohužel, ne ... (\*)

Chcete říci, že s tímto zařízením se dá připravit ... čaj?

Tahle elektřina je zcela nezajímavá. Dobrá leda pro obveselení v salónech. Chcete-li znát můj názor, nemá žádnou budoucnost.



(\*) Kondenzátory jsou nejhorší systémy pro uchování energie, které si lze vůbec představit. I s tím nejvýkonnějším zařízením, které dnes můžeme použít, se dá sotva připravit čaj pro čtyři osoby.

# ELEKTŘINA V PŘÍRODĚ

Philadelphie roku 1750, Benjamin Franklin



Drahý příteli, viděl jste už tento dopis, který přišel z Londýna? Akademie se vysmívá vašim myšlenkám, má je za fantaskní.



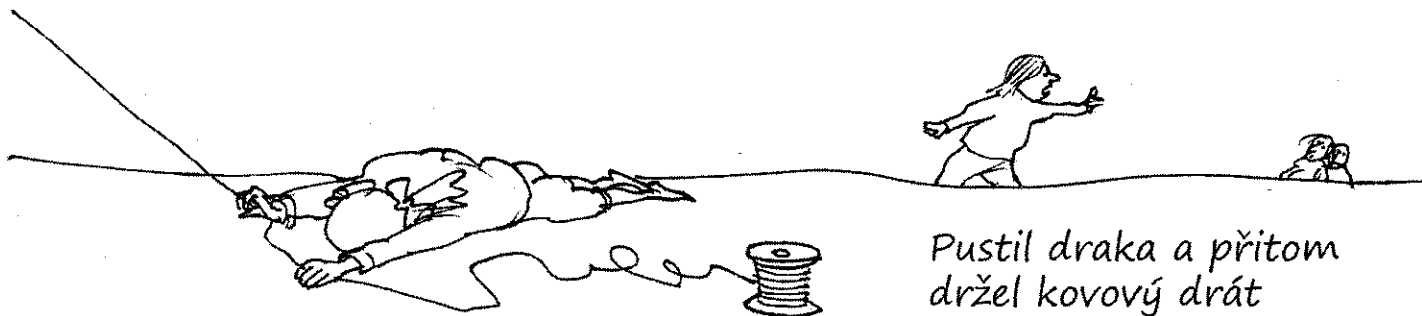
Jedná-li se o výboje, jak se domnívám, budou hodně silné. Nebylo by tedy moudré, abych já sám představoval přívod elektrického ohně. Minimální opatrnost je na místě.

No, prosím, tamhle se blíží krásný bouřkový mrak.

Good Heavens, krásný jiskrový výboj mezi klíčem a železným kolíkem (\*) !



Jelikož měl Benjamin Franklin pravdu na rozdíl od všech nactiutrhačů, kteří se mu posmívali, rozšířila se tahle novina jako blesk. Ale ne všichni experimentátoři byli opatrní. O rok později v Petrohradu Georg Willem Richman byl prvním mužem, který byl usmrčen ... elektrickým proudem.



Pustil draka a přitom držel kovový drát holýma rukama.

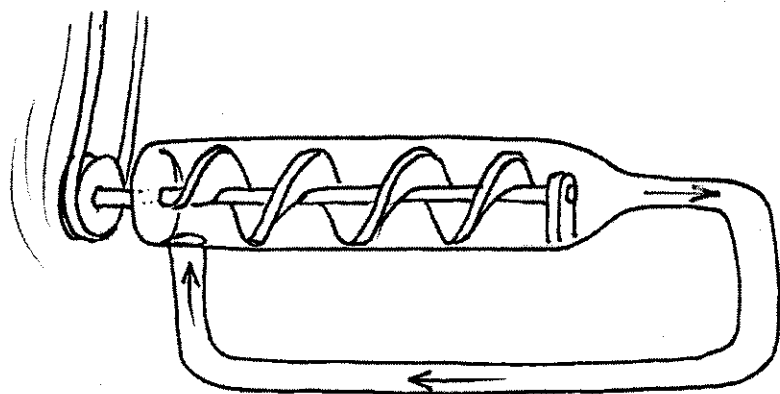
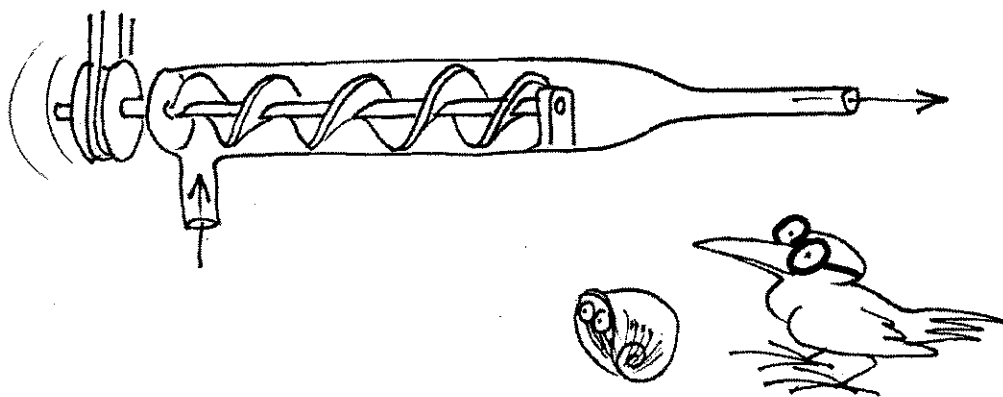
Nepouštějte draka za bouřky. Mokrý lano může být dostatečně vodivé, aby vás blesk zabil.

Ale co nabíjí mraky elektrinou?



Opět **TRIBOELEKTŘINA**, tření dvou složek o sebe. V sopečných mračnech víří v plynu jemný prach. Tento prach se zelektrizuje a proletí silným zablesknutím. V mracích jsou to drobné krystaly ledu, které se elektrizují a nabíjejí oblačnou hmotu, přičemž padají do mohutného stoupavého proudu.

Pojďme si to shrnout. Vše začalo v 5. století př. Kr., když Thalés třel kousky jantaru a přitahoval k němu malé předměty. O třináct století později, když byl v Evropě znovu probuzen zájem o vědu, začali lidé třít vše, co jim přišlo pod ruku : pryskyřici, sklo ... Dokázali nakupit elektrické náboje v kondenzátorech, nejdříve ručně a potom pomocí strojů schopných zbavit je nebezpečných elektrických ran. Muselo se ale počkat až do zrození **ELEKTRICKÉHO PROUDU**, aby "elektrická víla" zaujala místo v lidské činnosti jinak než v mezích "zvědavosti". První zdroj získal svou energii díky chemii. Byla to **BATERIE** vynalezená Alessandrem Voltou roku 1800. Potom Gramme, Tesla a další vynalezli stroje, které přeměňovali mechanickou energii na elektrický proud. Popis jejich principu je mimo rámec našeho vyprávění. I pro nás bude **ELEKTRICKÝ GENERÁTOR** vlastně představovat "elektronovou pumpu" (\*).

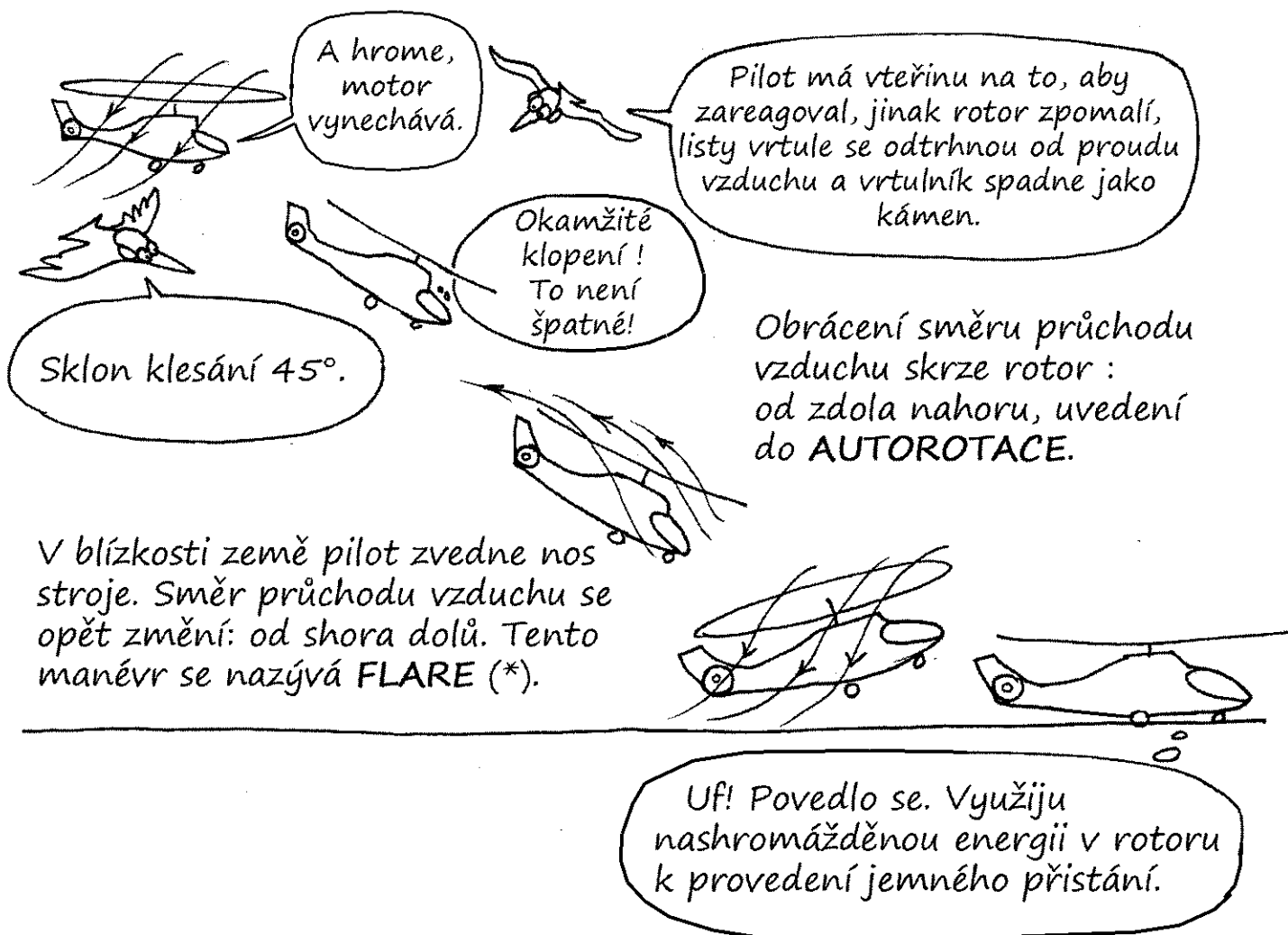


Pumpa může fungovat **STEJNOSMĚRNĚ**, pouze tehdy pokud se kapalina, kterou unáší, vrací, to znamená **PROUD** je uzavřen. Jinak by pracovala naprázdno.

(\*) "Elektronová pumpa". Nesmíme zapomínat, že v VIII. století došlo k omylu a přiřkli jsme "elektrickému proudu" opačný směr, než je pohyb elektronů.

# STEJNOSMĚRNÝ PROUD

Zdrojem domácího STEJNOSMĚRNÉHO PROUDU jsou BATERIE (nedobíjecí) a AKUMULÁTORY (dobíjecí), které jsou součástí výbavy automobilů a nyní i nástrojů a všeho, co je BEZDRÁTOVÉ. Ve světě automobilů jsou vyvíjeny HYBRIDY, jejichž akumulátory se stejnosměrně dobíjejí konvenčními motory, které mají lepší výkonnost a menší spotřebu. Pascal Chrétien (\*), napůl Francouz a napůl Australan, je průkopníkem hybridního vrtulníku. Daný systém zmírňuje jeden velký nedostatek tohoto letacího stroje: jeho neschopnost přistát bez poškození, dojde-li k poruše motoru v ZÓNĚ SMRTI, kdy není možné přistání v autorotaci. Vrtulník může svým způsobem PLACHTIT, za cenu jemně provedeného PŘECHODU.

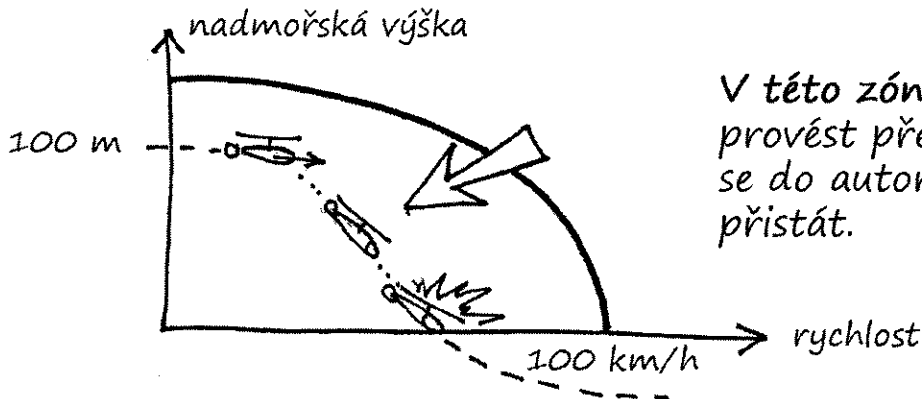


(\*) Pascal Chrétien : [pascal.chretien@swissmail.org](mailto:pascal.chretien@swissmail.org)

(\*\*) Vertikální vášeň : zdarma ke stažení na <http://www.savoir-sans-frontieres-com>

Ale tento manévr lze provést jenom tehdy, letíme-li těsně nad zemí rychlostí 100 km/h, anebo jsme-li při nulové rychlosti ve výšce větší než 100 m nebo v přechodné situaci, jinak se ocitneme v

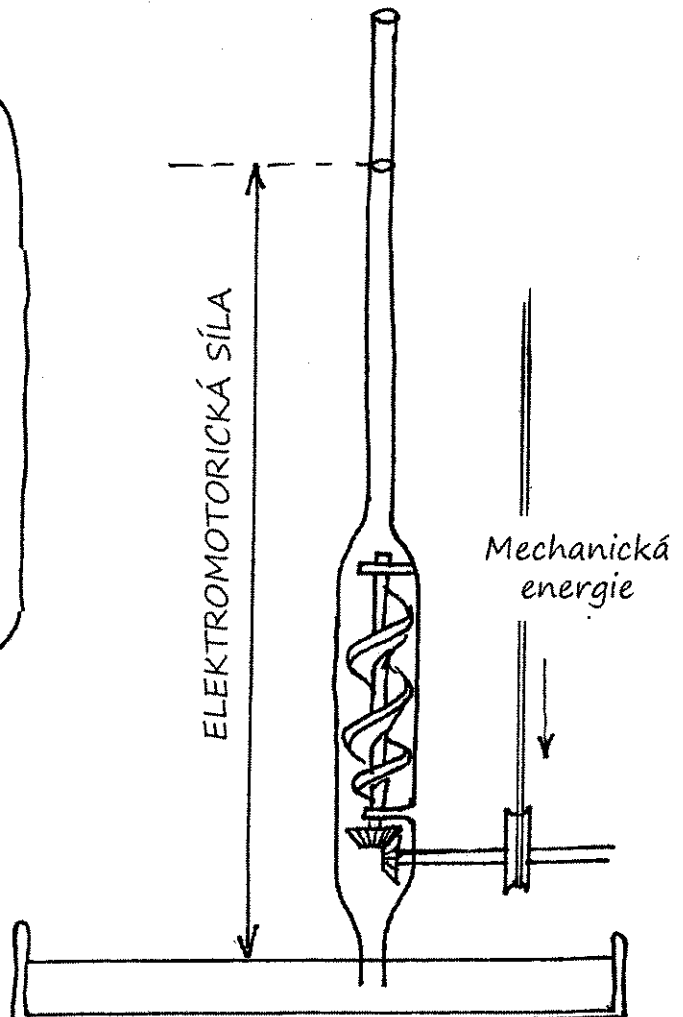
### ZÓNĚ SMRTI:

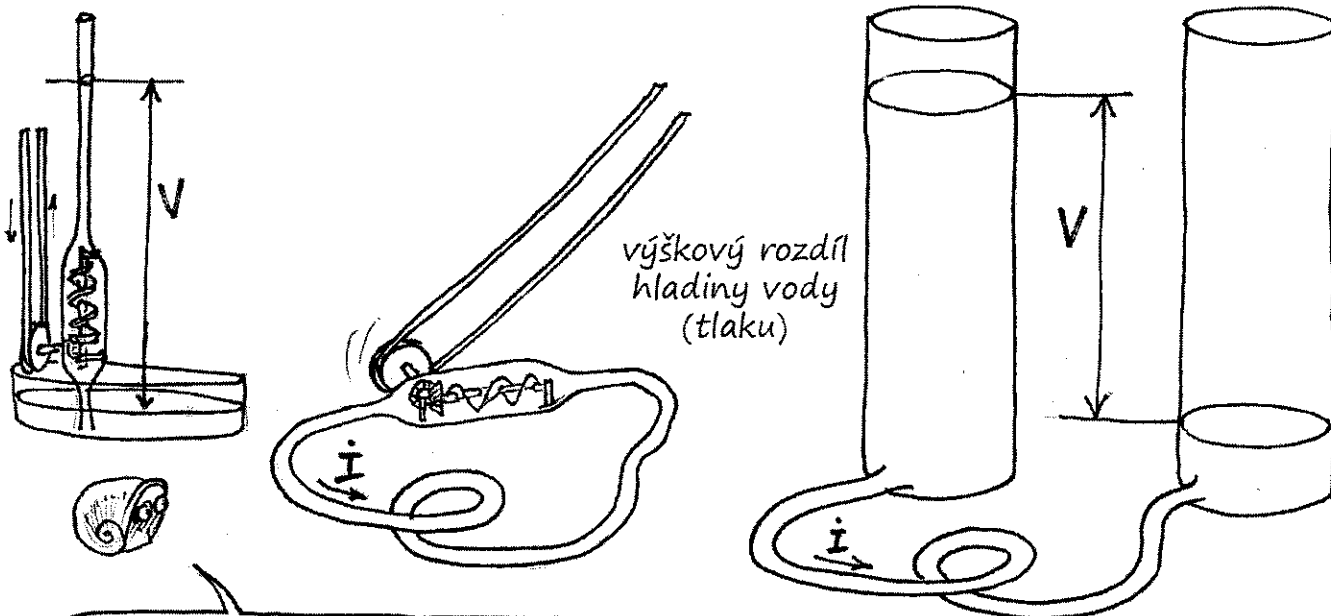


V této zóně: není možné provést přechod, dostat se do autorotace a jemně přistát.

Vlastně většinu času pracují piloti vrtulníku "v zóně smrti". Vzhledem k tomu, že v baterii mají neustále k dispozici rezervu (elektrické) energie, která jim umožňuje mírnit nedostatek konvenčního motoru, měl by být elektrický motor schopný odstranit rizika vlastní vrtulníku tím, že zastoupí funkci konvenčního motoru (\*).

Vraťme se ke stejnosměrnému proudu. Elektrický generátor je elektronová pumpa, která dokáže dodat "elektronický tlak", jenž se nazývá **ELEKTROMOTORICKÁ SÍLA**. Jestliže tento generátor přirovnáme k vodní pumpě, představoval by daný obrázek výšku (tlak), do které pumpa vyzvedne tekutinu v "OTEVŘENÉM OBVODU".



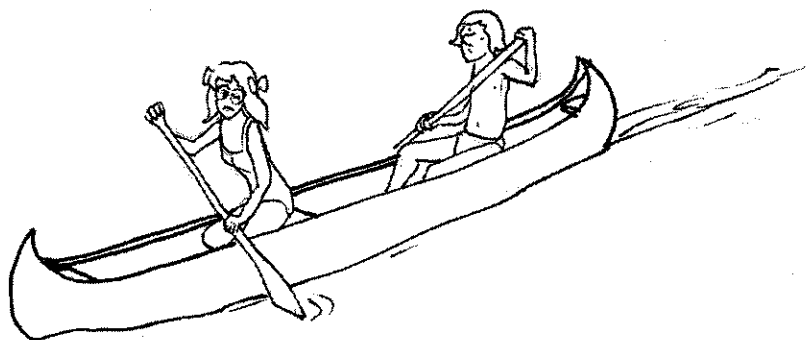


Zapojením hadice o velikosti průřezu  $s$  a délce  $L$ , získáme stejný průtok  $I$  (analogický k intenzitě elektrického proudu), připojíme-li ji k pumpě (analogické k elektrickému generátoru), nebo ke dvěma nádržím, které představují výškový rozdíl hladiny vody, jenž odpovídá síle zdvihače pumpy (analogické k ELEKTROMOTORICKE SÍLE).

Když ještě zůstaneme u hydraulické analogie, co omezuje průtok vody  $I$  v dané hadici při stanoveném výškovém rozdílu hladiny vody  $V$  (nebo tlaku sání dodaného pumpou)?

TŘENÍ vody o stěnu hadice.

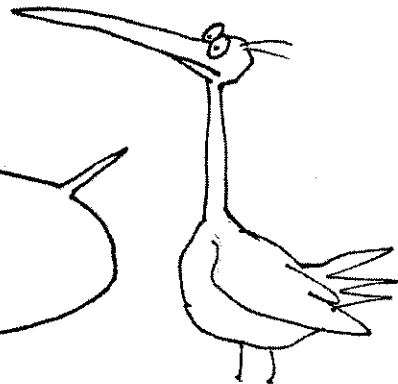
Chceš říct, že se voda tře ... uvnitř hadice?



Když ty a Sofie plujete na jezeře v kánoji, musíte působit na pádla velkou silou, abyste zvítězili nad třením vody o trup. A když přestanete pádlovat, kánoji netrvá dlouho, aby se zastavila.

Když tohle děláme, **ENERGIÍ** vydáváme nebo ji **PŘEDÁVÁME** tekutině. A co se s ní potom stane? V co se přemění?


No, prostě to dělá víry. Říkejme tomu vířivá energie.




Ano, ale tyhle víry nakonec ustanou. **CO** se s tou energií vlastně stane?

Přemění se na **TEPLO**. Tím, že pádlujete, vlastně ohříváte vodu v jezeře. Ne moc, neboť voda má velkou **TEPELNOU KAPACITU**.

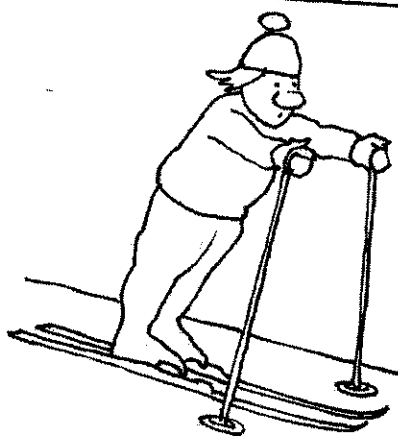





Tření je jev, skrze nějž příroda přeměňuje mechanickou energii na tepelnou energii, na teplo. To se děje, když se chceme zahřát a třeme o sebe dlaně. Když budeme třít led, začne tát.



Vážně?




Když budeme na lyžích na mírném svahu, budeme muset vyvinout menší tlak k zahájení skluzu. To není však jenom kvůli "odlepení lyží", ale i proto, aby pod nimi díky uvolněnému teplu při tření roztála tenká vrstva sněhu. Vlastně nelyžujeme na sněhu, ale na slabé vrstvě vody, která okamžitě znovu zmrzne.



Něco mě napadlo.

Marie, víš o tom, že když mícháš lžičkou tu majonézu, zvyšuješ její teplotu?



Ale ne moc, protože majonéza má zvýšenou tepelnou kapacitu.

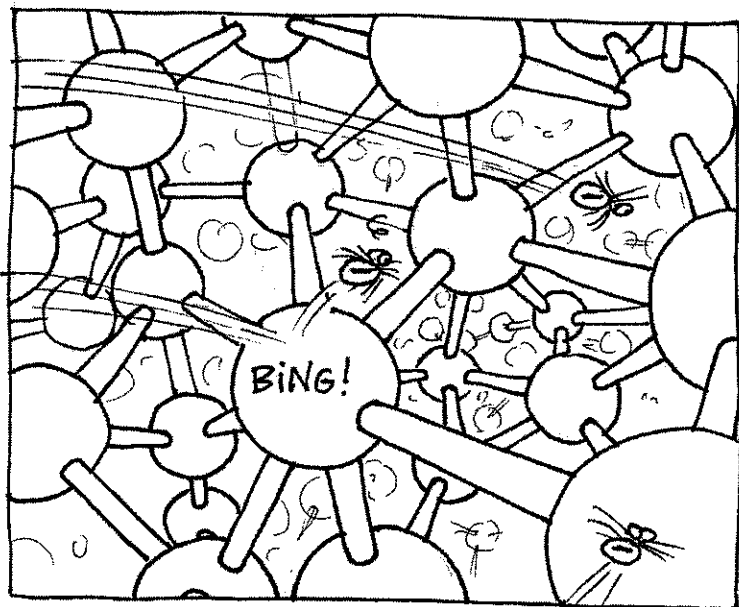


A co to má co dělat s elektrinou?

# ODPOR



Nechcete mi přece namluvit, že elektrony, které putují elektrickým drátem, se třou o izolační plášť, jenž je obklopuje.



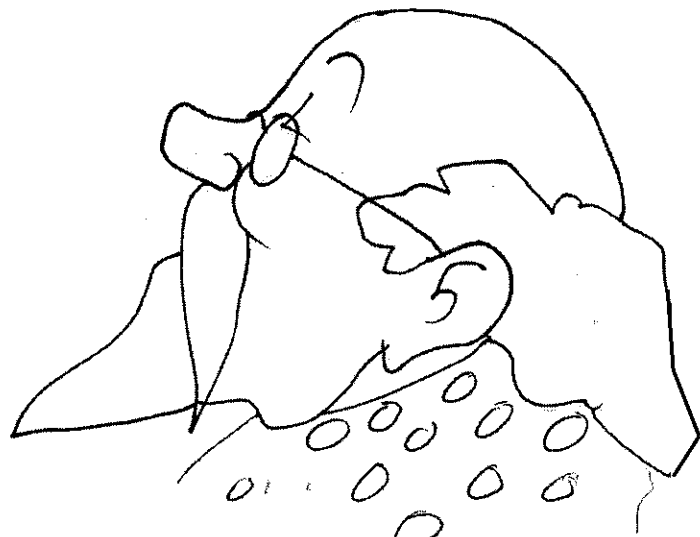
Pevná síť atomů kovu vytváří tolik překážek, které brzdí postup elektronů. Jelikož se elektrony s nimi bez ustání srážejí, předávají jim energii.

Ale jak můžou atomy kovu získat energii, když se vůči sobě nemůžou pohybovat?

Celá síť se dostane do vibrace.

Když přiložím žehličku na tvář, ani trochu necítím, že by atomy vibrovaly.

Ale atomy tváře, ty to cítí.





Kdybychom chtěli udělat přesnou analogii mezi elektřinou a hydraulikou, museli bychom nechat protékat nějakou kapalinu **PORÉZNÍM PROSTŘEDÍM**, přičemž jeho **POROZITA** by byla ekvivalentem pro **KONDUKTIVITU** materiálu, který dokáže **VÉST** elektřinu (\*).



Tlakový rozdíl ( $P_1 - P_2$ ) odpovídá potenciálovému rozdílu ( $V_1 - V_2$ ) a průtok tohoto **KAPALNÉHO PROUDU** odpovídá intenzitě  $I$  elektrického proudu.

Takže otázka zní: jaký bude průtok  $I$  při tlakovém rozdílu  $V = P_1 - P_2$  porózním kanálem o dané délce  $L$  a průřezu  $s$ ?

délka  $L$ , průřez  $s$

- 1) Čím větší je porozita nebo vodivost  $\sigma$ , tím silnější je průtok;
- 2) čím delší je hadice, tím hůře kapalina protéká;
- 3) čím menší je průřez : platí to samé.



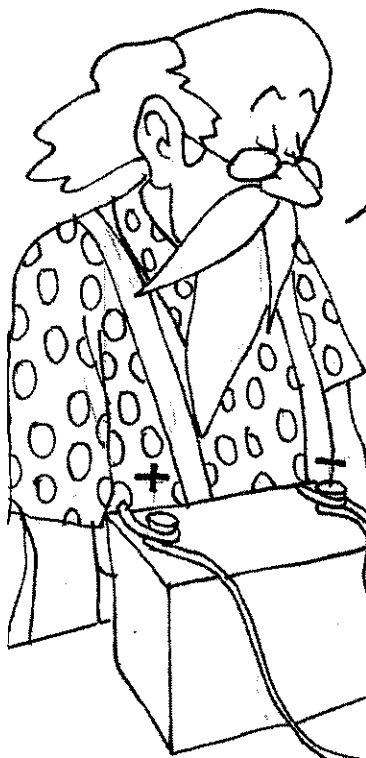
Co byste řekli tomuhle zákonu :

$$\text{průtok } I = \frac{\text{tlakový rozdíl } (P_1 - P_2)}{\text{měrný odpor } \rho \times \text{délka } L / \text{průřez } s}$$

To zní zajímavě, tenhle zákon.  
A co z toho bude, když ho převedeme do oblasti elektřiny?



(\* ) MĚRNÝ ODPOR  $\rho$  je opakem KONDUKTIVITY (měrné vodivosti)  $\sigma$ .



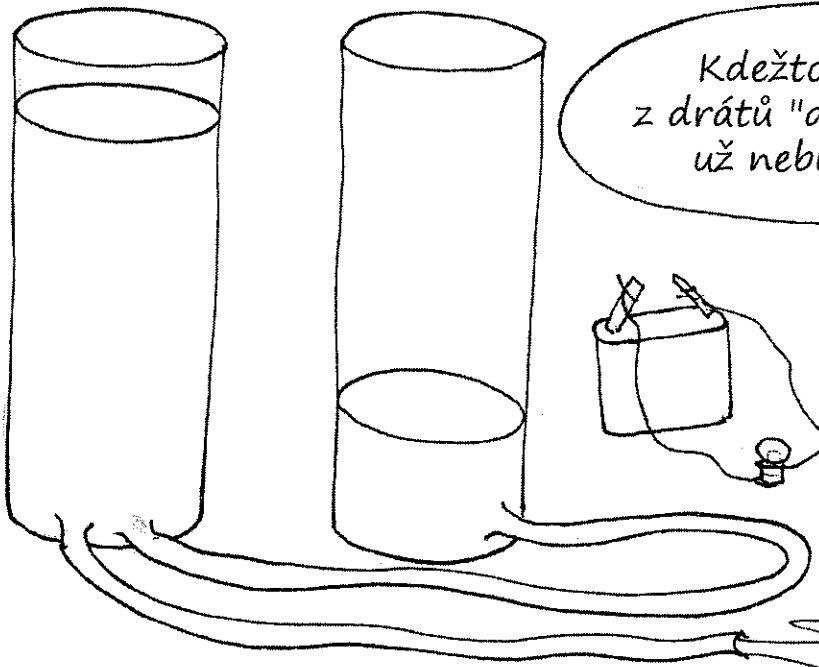
V případě elektřiny tento zákon odpovídá ve všech bodech:  
 $I$  (intenzita elektrického proudu) =  $\frac{(V_1 - V_2) \text{ potenciálový rozdíl}}{\text{ODPOR (}\rho L/s\text{)}}$

Jinak řečeno, odpor toku kapaliny v hadici se vypočítá podobným vzorcem, jaký platí pro výpočet elektrického odporu drátu.

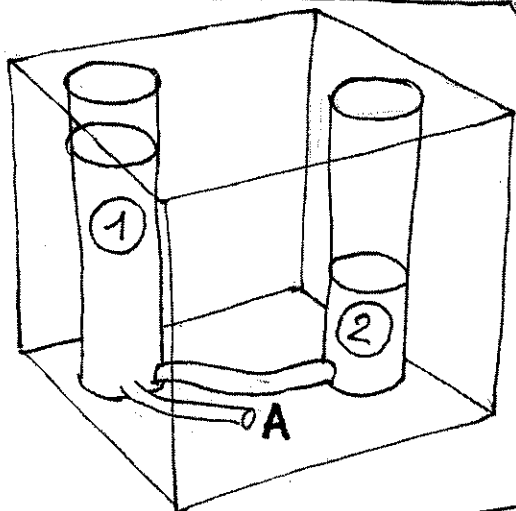
Počkejte. Je tu něco, čemu v téhle hydraulické analogii nerozumím. K protékání kapaliny hadicí nebo porézním kanálem vůbec nepotřebuju dvě nádrže s rozdílnými hladinami.



Kdežto dáme-li jeden z drátů "do vzduchu", proud už nebude neprotékat.



Zapomínáš na jednu věc : vzduch není VODIČ, ale IZOLANT. Kdybyste chtěli provést analogii se vším všudy, museli byste zařízení umístit do něčeho plastového, do plexiskla.



Kapalina obsažená v nádobě 1 nemůže vytéct ústím A.

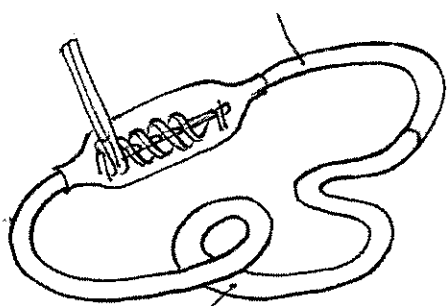
# VNITŘNÍ ODPOR



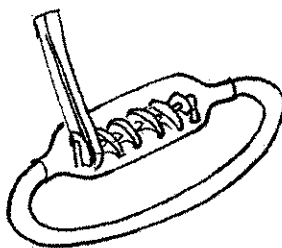
Když zapojíme plíšky baterie do SPOJENÍ NAKRÁTKO, měl by v ní být velmi silný proud a měla by se okamžitě vybit, ne?

Ne, protože každý elektrický generátor, ať už je jakýkoli, má nenulový VNITŘNÍ ODPOR, jenž stanovuje maximální hranici proudu, který může dodávat.

VNITŘNÍ ODPOR



VNĚJŠÍ ODPOR



Vnitřní odpor generátoru, spojení nakrátko

# NEBEZPEČÍ SPJATÁ S ELEKTRINOU

1780

Mamma mia! Ta žabí stehýnka sebou cukají pod vlivem elektrického proudu!?!

No, jo. Předtím než Alessandro Volta vynalezl BATERII, přišel Luigi Galvani na to, že se svaly, jimiž prochází slabý elektrický proud, stahují.

?!?

Což platilo jak pro žáby, tak pro lidi i pro šneky.

Když sáhneme na zdroj elektrického proudu, který dodává napětí nižší než 50 voltů, nepředstavuje žádné nebezpečí, pokud máme suché ruce.

Lidské tělo má v sobě určitý počet orgánů, které vedou elektřinu: nervy, cévy, svaly, vnitřnosti. Pod úrovní 50 voltů se tělo chová jako izolant.



Tyto proměny ve vodivosti jsou využívány v **DETEKTORECH LŽÍ** (lidé, kteří lžou nebo jsou dojatí, se potí). Stejně tak je využívá i mocná sekta **SCIENTOLOGISTŮ**, kteří tento přístroj nazývají **ELEKTROPSYCHOMETR** (zkratka **POTOMĚŘIČ**).

Tělesné újmy (\*) závisí na **INTENZITĚ** proudu. Tisícina ampéru způsobí slabé zalehnutí. Při několika setinách ampéru proud ovládne svaly. Ruce se křečovitě drží drátů, bránice je **TETANIZOVANÁ**, brání dýchání a způsobí smrt udušením. Proud protékající tělem poškozují nervy, seškvaří svaly. Při desetíně ampéru se zastaví srdce nebo bije nepravidelně (fibrilace).

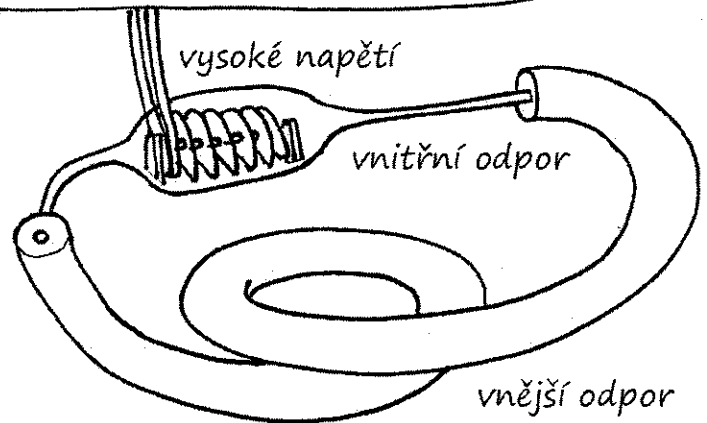


Je tu něco, čemu nerozumím. Tady mám zdroj o vysokém napětí (\*\*), který dodává několik tisíc voltů, vytváří jiskrové výboje o několika milimetrech; a přeci způsobuje jenom slabé lehnutí.



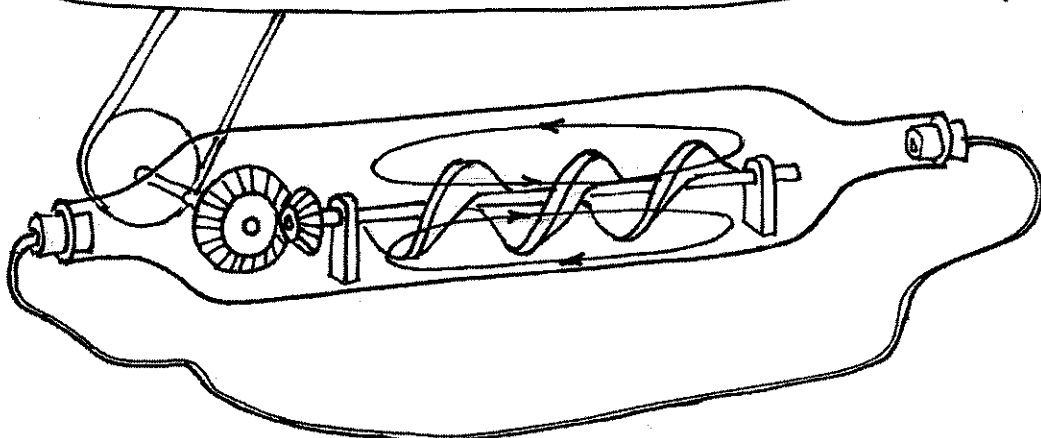
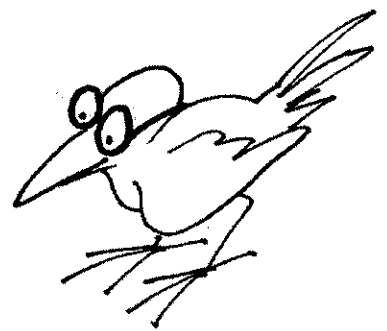
(\*) Ve Francii je každý rok usmrceno 200 osob elektrickým proudem.  
 (\*\*)"Rhumkorffův induktor"

Protože jeho velmi vysoký VNITŘNÍ ODPOR omezuje intenzitu elektrického proudu na tisícinu ampéru, i když připojíme tento zdroj k tělesu s velmi dobrou elektrickou vodivostí.

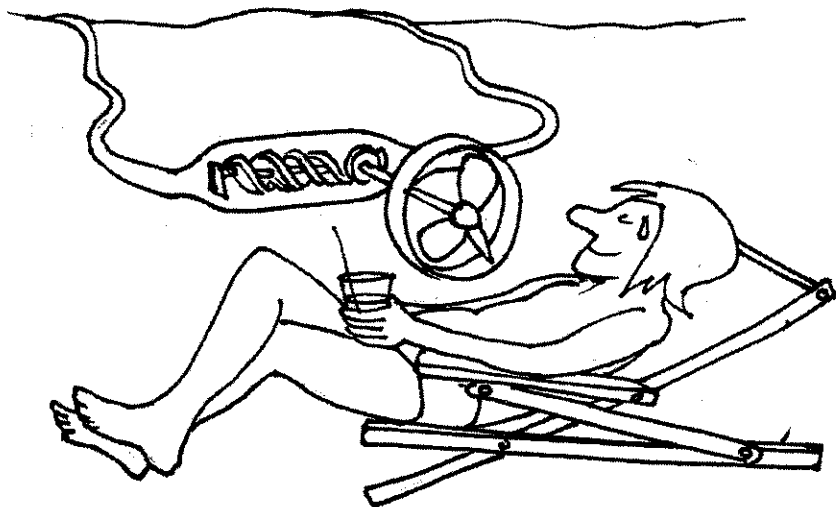


# MĚRNÝ ÚTLUM

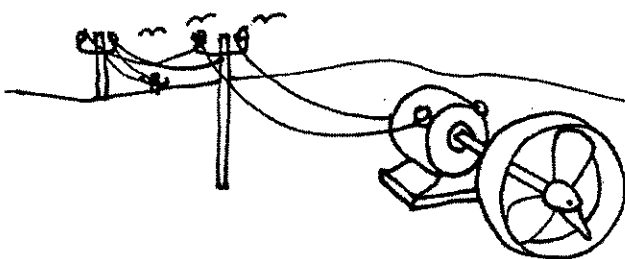
Obrázek našeho čerpadla není náhodný. Archimédův šroub se nedotýká vnitřní stěny, což způsobuje, že i když se bude točit konstantní rychlostí, bude průtok podmíněný třením o hadici, jež se staví proti ODPORU PROUDU kapaliny. Když bude čerpadlo připojené k tenké trubici, proud v ní se bude blížit nule.



Přenos elektřiny na dálku zajišťuje vícero funkcí. Ohřívání, osvětlení (při ohřívání vlákna žárovky), výrobu mechanické energie pomocí **ELEKTRICKÝCH MOTORŮ**.

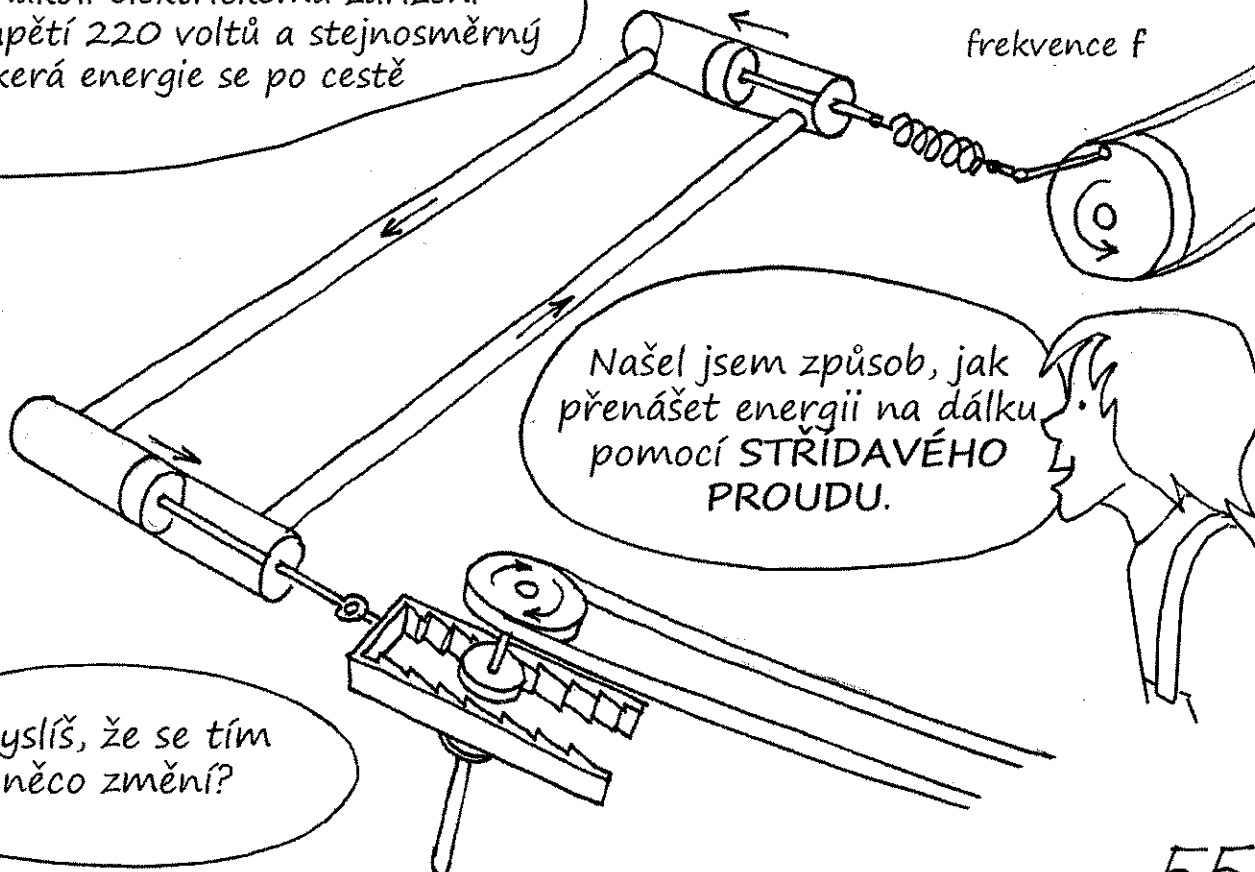


Jestliže je přívodní kabel velmi dlouhý, bude zdroj tření takový, že kapalina už nebude skoro protékat. Veškerá energie bude rozptýlena třením a bude už jenom ohřívát okolí, postupně se cestou vytrátí.



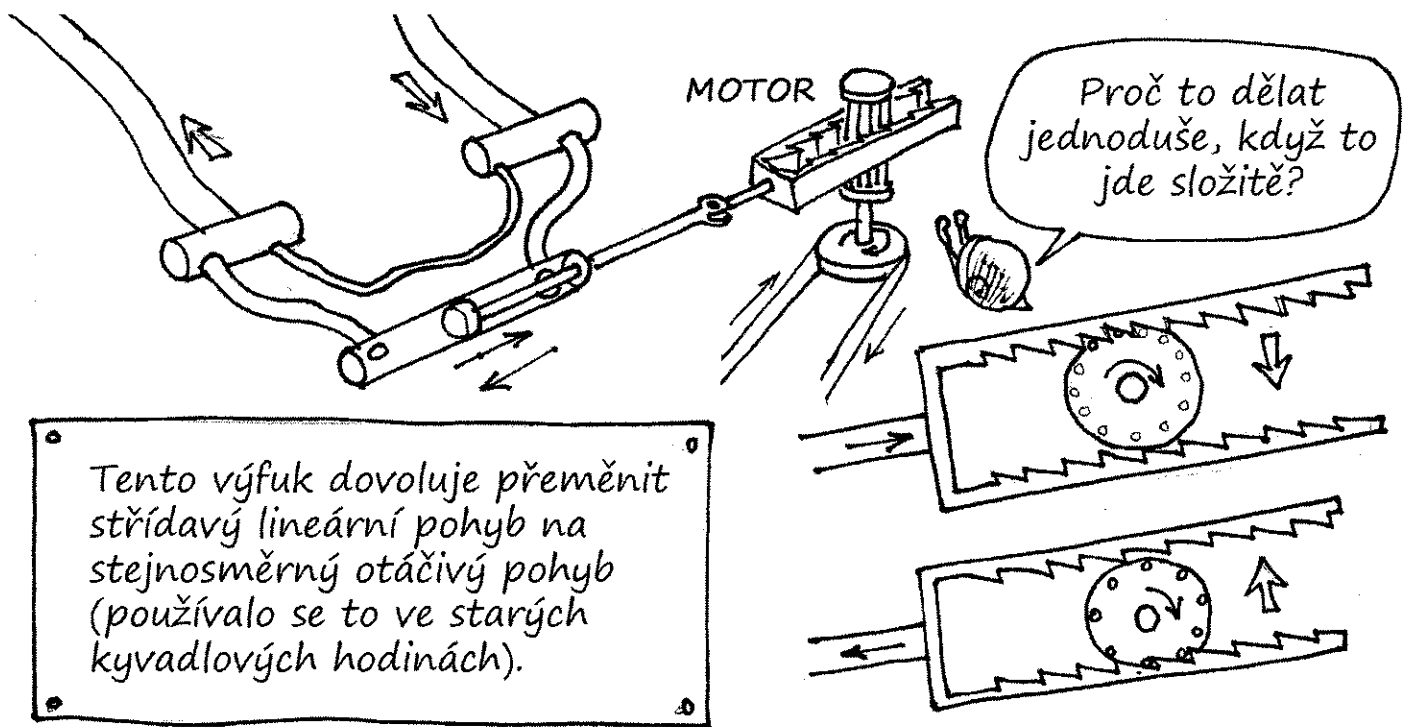
Tenhle zdroj **STEJNOSMĚRNÉHO PROUDU** je dlouhý sto kilometrů. Odpor přívodního drátu se tak zvětšil, že proud už skoro neprotéká.

Když jakémukoli elektrickému zařízení dodáme napětí 220 voltů a stejnosměrný proud, veškerá energie se po cestě vytrátí.

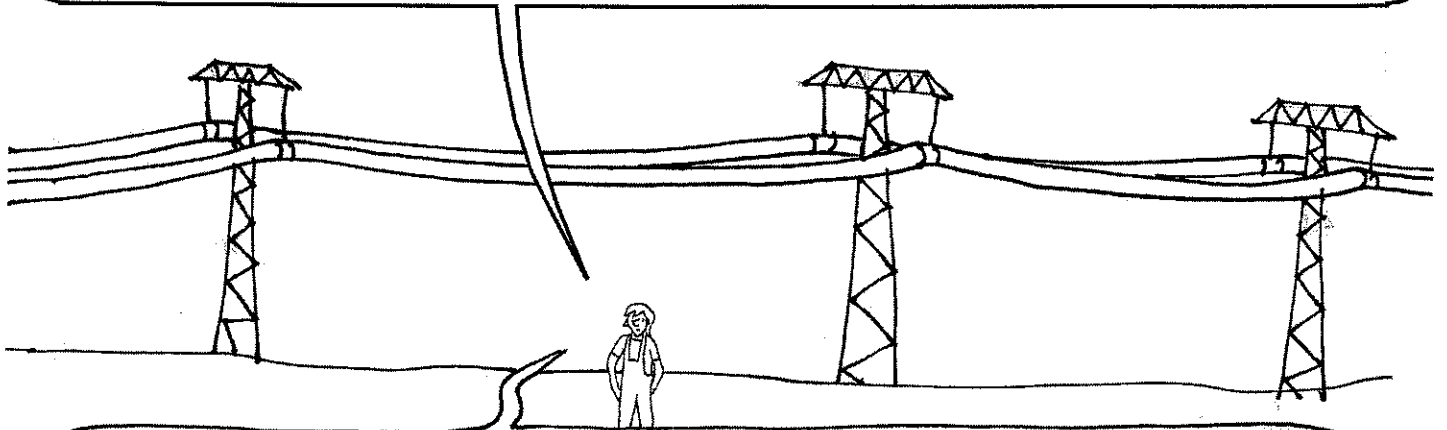


Našel jsem způsob, jak přenášet energii na dálku pomocí **STRÍDAVÉHO PROUDU**.

Myslíš, že se tím něco změní?



Myslel jsem si, že **STŘÍDAVÝ PROUD** dokáže snadněji **PŘENÁŠET ENERGIÍ NA DÁLKU**. Ale i tak se všechna postupně po cestě ztratí v důsledku tření. Nakonec jen zahřívám drobné ptactvo.



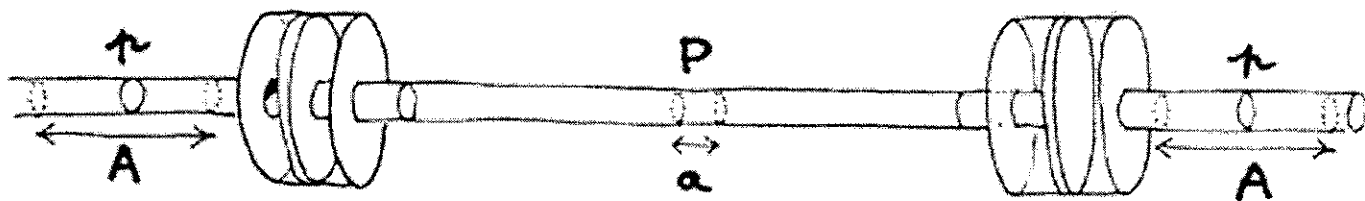
Chtělo by to zmenšit ztráty způsobené třením, tedy amplitudu pohybu proudu sem a tam, to znamená při konstantní frekvenci průtok nebo-li **INTENZITU**. Ale když zmenšíme intenzitu-průtok, co se stane s **VÝKONEM**?



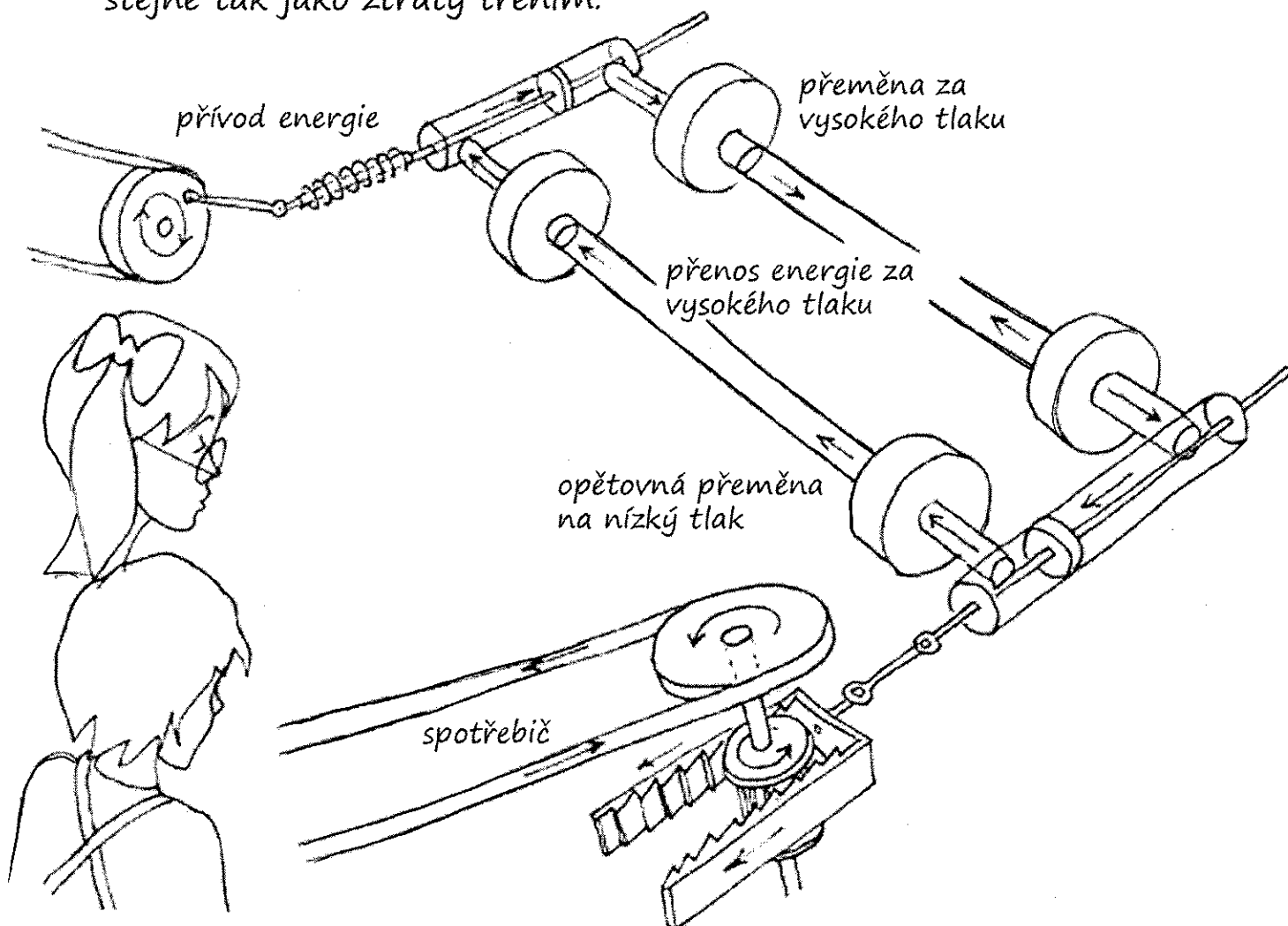
Zapomínáš na jednu věc, Anselme. Tlak není jenom síla na jednotku plochy. Je to také **HUSTOTA ENERGIE NA JEDNOTKU OBJEMU**. Jestliže zmenšíš objemový průtok i a zvětšíš tlak, budeš moci zachovat průtok energie.



Řešením je ZVEDÁK, který přeměňuje široký přesun  $A$  za nízkého tlaku  $p$  na malý přesun  $a$  za vysokého tlaku  $P$ .



Tato sestava nemění množství energie  $p A = P a$  a přeneseného při frekvenci  $f$ . Ale jako v každém oběhu je přesun kapaliny  $a$  zmenšen, stejně tak jako ztráty třením.



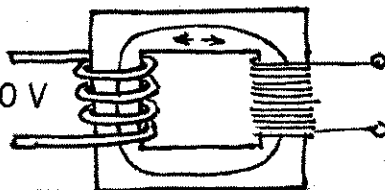
Ve světě elektřiny bude přenos kapalně nestlačitelné hmoty nahrazen přenosem elektrických nábojů. Ve vodiči, jímž protéká **STRÍDAVÝ PROUD**, jsou elektrické náboje podněcovány pohybem přílivu a odlivu. Slovo **INTENZITA** nahrazuje slovo průtok a slovo **NAPĚTÍ** zase tlak. **TRANSFORMÁTOR** přeměňuje proud takovým způsobem, že součin  $V \times I$  zůstane zachován. Princip fungování, přičemž se odvoláváme na **ELEKTROMAGNETIZMUS**, je však už mimo rámec tohoto díla.

# STRÍDAVÝ PROUD A JEHO PŘEDNOSTI



nízké napětí : 220 V  
silná intenzita

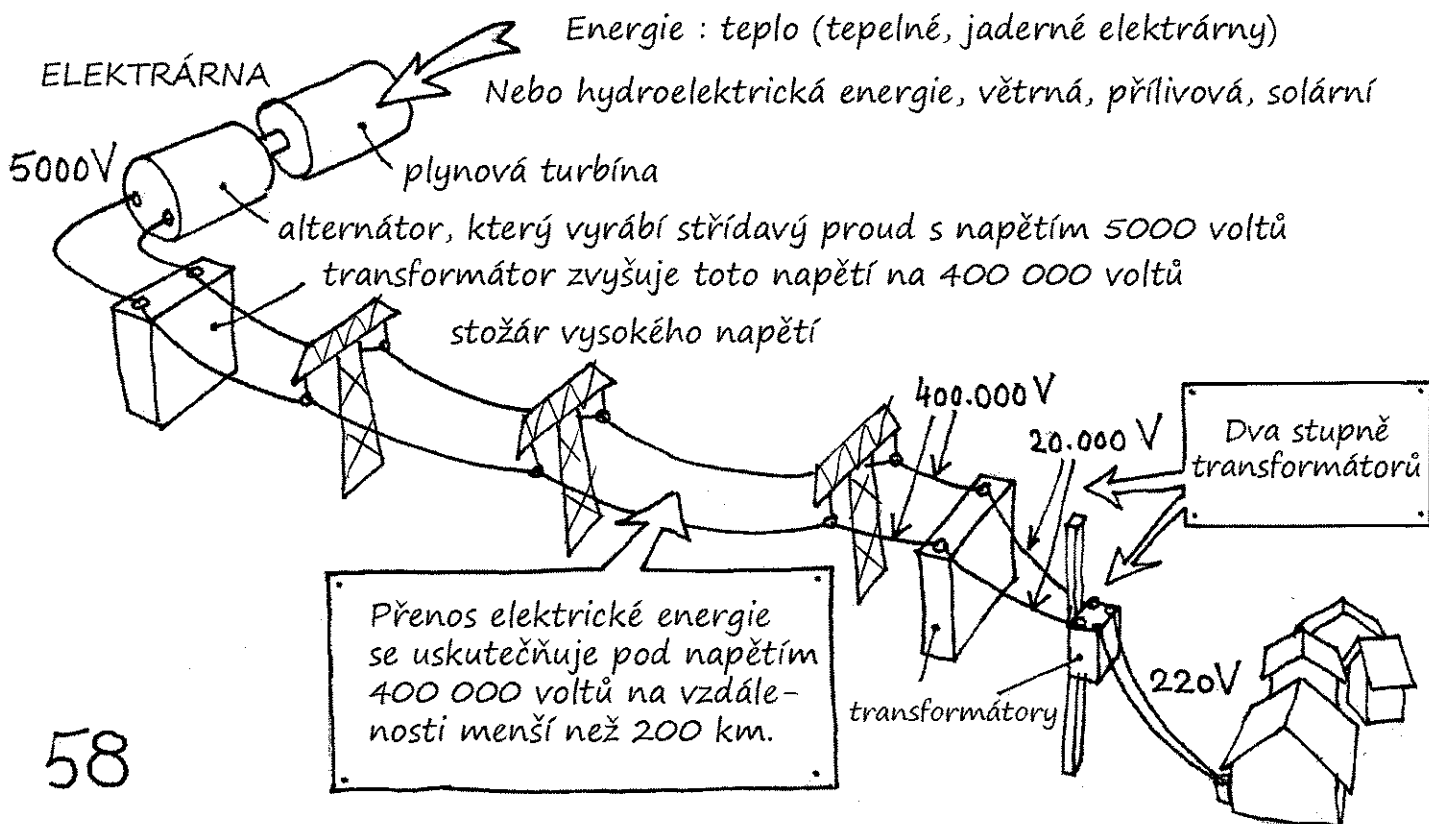
měkké železné jádro



Transformátor pracuje  
jen na střídavý proud.

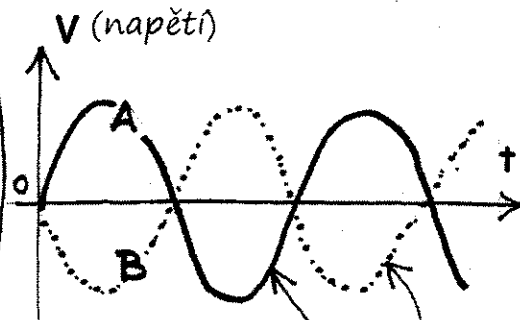
vysoké napětí : 400 000 V  
slabá intenzita

No, prosím, tak asi něčemu takovému se podobá **TRANSFORMÁTOR**. Máme dva obvody spojené **STRÍDAVÝM MAGNETICKÝM POLEM**, které se uzavírá v **MĚKKÉM ŽELEZNÉM JÁDRU**. Pokud zdroj výkonu (**PRIMÁRNÍ obvod**) je nalevo a výstup napravo (**SEKUNDÁRNÍ obvod**), systém **ZVYSUJE NAPĚTÍ** podle vzorce  $V_1 I_1 = V_2 I_2$ . Pokud je zdroj naopak vpravo a výstup vlevo, **NAPĚTÍ SNIŽUJE**. Toto umožňuje přenášet elektrický výkon ve formě střídavého proudu za 50 period pod vysokým napětím (400 000 V) a intenzitě o několika stovkách ampér ve vedení. Vzdálenost přitom nepřekračuje 200 km. SÍŤ je propojená komplexem **ELEKTRAREN**.



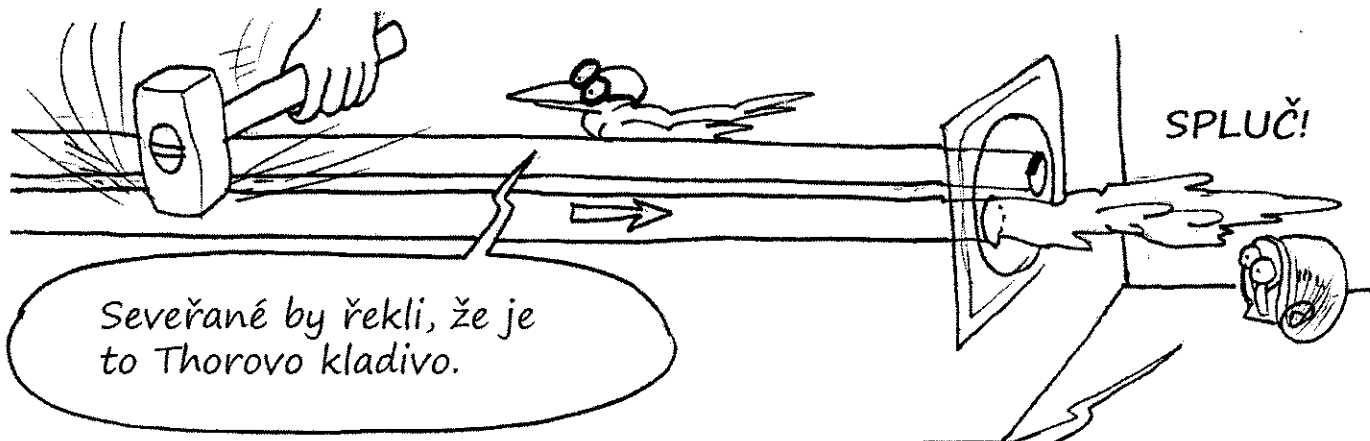
Vedení o napětí 400 000 voltů slouží v rámci regionů. Vedení o napětí 200 000 voltů zásobuje malá města nebo okrsky velkých měst. Nakonec poslední stupeň transformátoru (velký jako pračka a zavěšený na dvou betonových sloupech) zásobuje asi tucet domů.

To všechno vypadá jednoduše jako dobrý den. Stačí jenom přivést dva dráty do jedné elektrické zásuvky, které budou pracovat obráceně. Když bude jedna pod kladným napětím, druhá bude pod záporným, a to se bude dít 50 krát za vteřinu.



To není tak jednoduché. Co budeš dělat, když blesk uhodí do části vedení?

**BLESK** se musí brát velmi vážně (\*). To není jen tak nějaký laboratorní pokus. Když se vrátíme k hydraulické analogii, tak bude blesk odpovídat pořádně ráně kladivem do trubice, kterou protéká kapalina : opravdová rána berana.



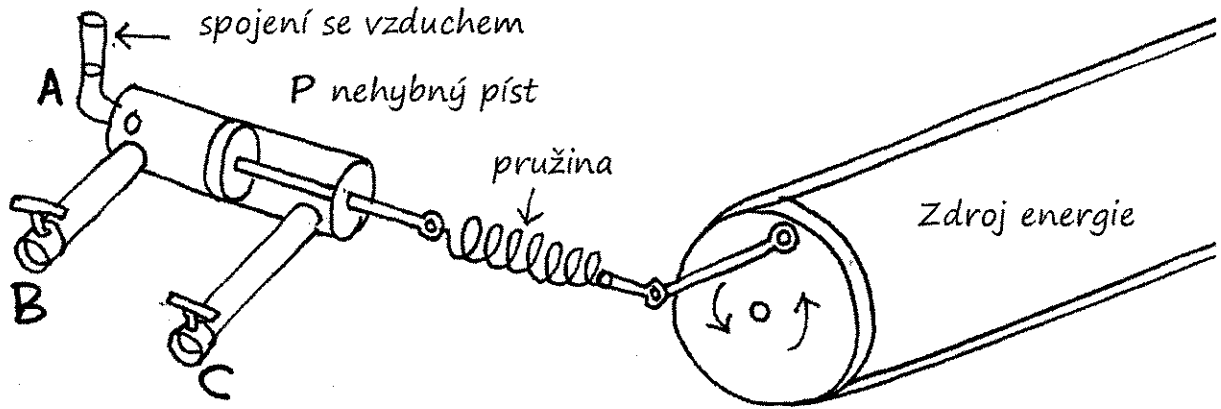
Seveřané by řekli, že je to Thorovo kladivo.

Elektrický tok by byl NESTLAČITELNÝ?

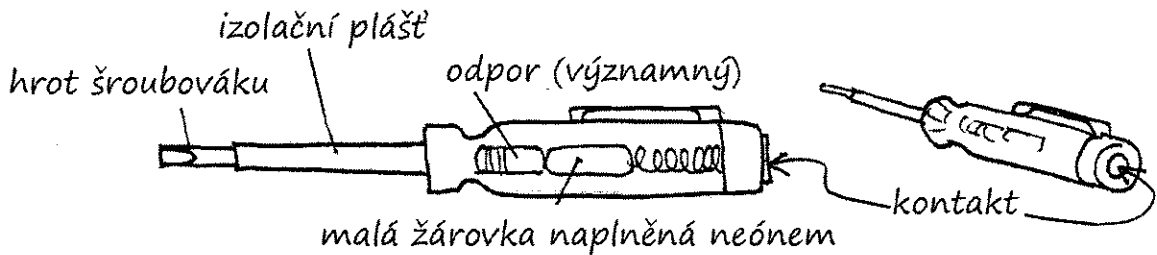
(\*) Ve Francii zabije asi 20 lidí ročně.

To, co ve světě elektřiny nazýváme **ZEMÍ**, je ohromná kapacita, kde mohou přetékat elektrické náboje, bez toho aniž by dokázaly změnit **NAPĚTÍ**, kterému dáváme hodnotu nula.

V hydraulice je ekvivalentem ohromný objem, jehož **TLAK** nemůžeme změnit. Vezmeme si ... atmosféru. Z uzemnění se tak stane **SPOJENÍ SE VZDUCHEM**.



Tady máme vysvětlení záhady, které málokdo rozumí. Elektrická zásuvka je zásobována střídavým proudem. Když není připojena k žádnému elektrickému přístroji nebo topení, můžete použít **ELEKTRIKÁŘSKÝ ŠROUBOVÁK**. Zjistíte, že jenom jedna ze zdírek, je pod napětím, **FÁZE**. Druhá, **NULOVÝ VODIČ**, pod napětím není.



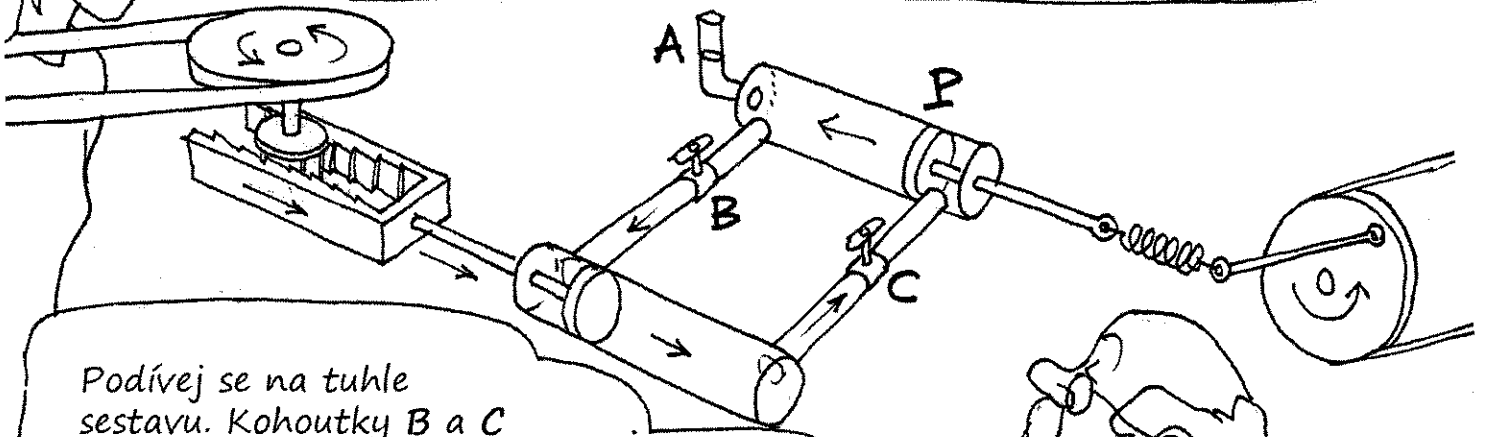
Když si prohlédnete schéma nahoře, uvidíte zavřené kohoutky **B** a **C**, a píst, který se nemůže pohybovat. Energie je nashromážděna v pružině. Tlak v **C** se mění. V **B** zůstává nulový !!



V místě ústí vaší zásuvky je jedno z vedení uzemněno, což odvádí veškerý přetlak, který by mohl vzniknout po zasažení blesku. Váš život závisí na tomto nezbytném opatření.

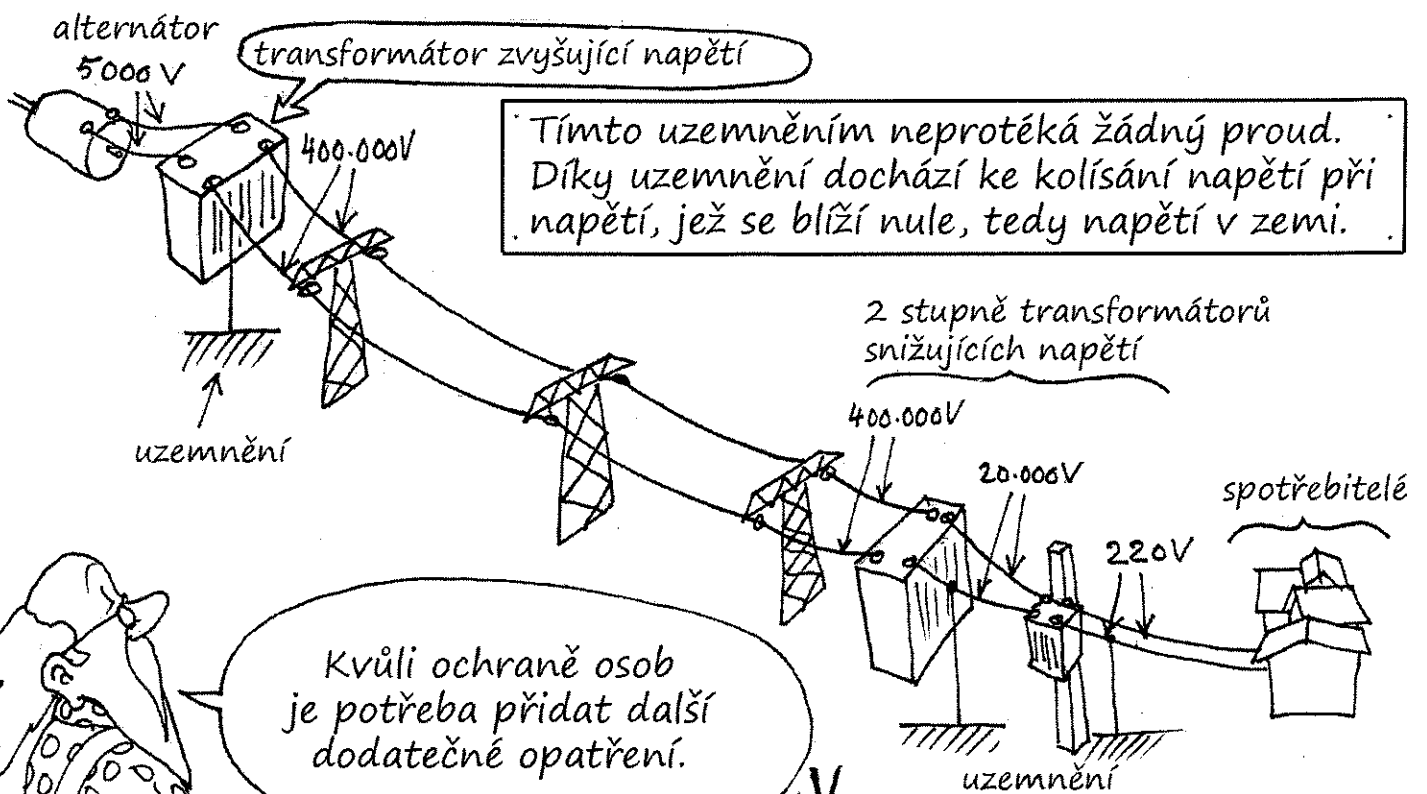


Ale ať už do zásuvky zapojíme cokoli, vždycky proud uteče do země, ne?

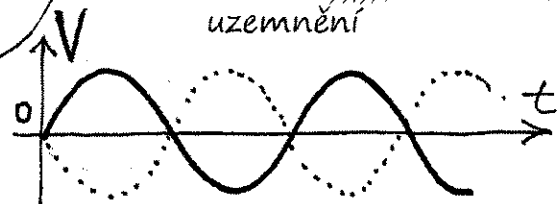


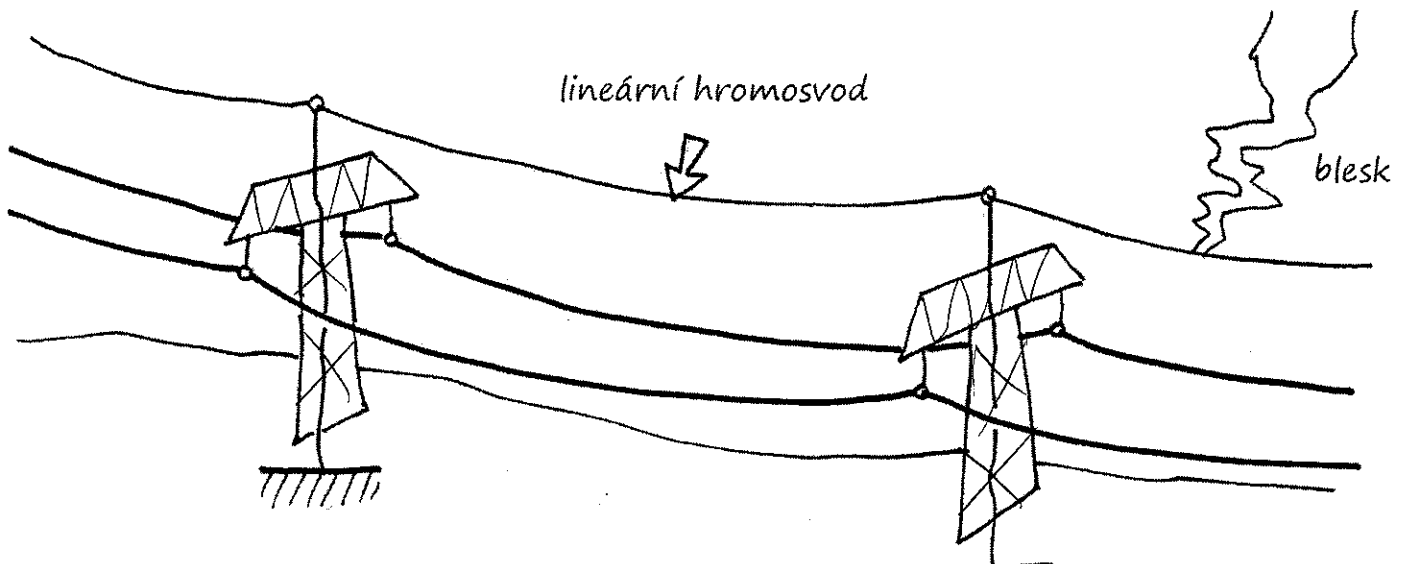
Podívej se na tuhle sestavu. Kohoutky B a C jsou otevřené. Píst je v pohybu.

Ale kapalina neteče do A, protože protéká v uzavřeném obvodu a protože je **NESTLAČITELNÁ**. Kdyby určitý objem kapaliny proudil do A, odkud by přicházel? Tentokrát se mění tlak v B i C. Ale tato sestava způsobuje, že ke změnám tlaku může dojít jenom v případě, pokud se jeho hodnota blíží atmosferickému tlaku; ať už se jedná o nízký či vysoký tlak. Když toto převedeme do oblasti elektřiny, daná uzemnění způsobí, že ke kolísání nízkého či vysokého napětí bude moci dojít jen v případě, že se napětí bude blížit nule.



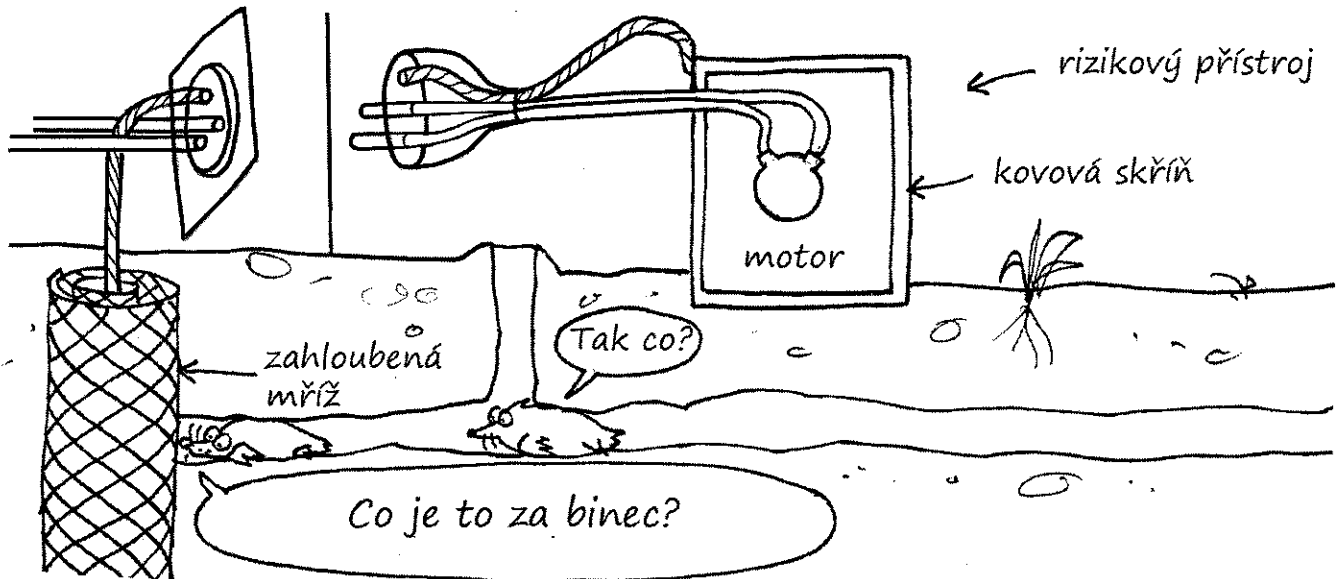
Tímto uzemněním neprotéká žádný proud. Díky uzemnění dochází ke kolísání napětí při napětí, jež se blíží nule, tedy napětí v zemi.



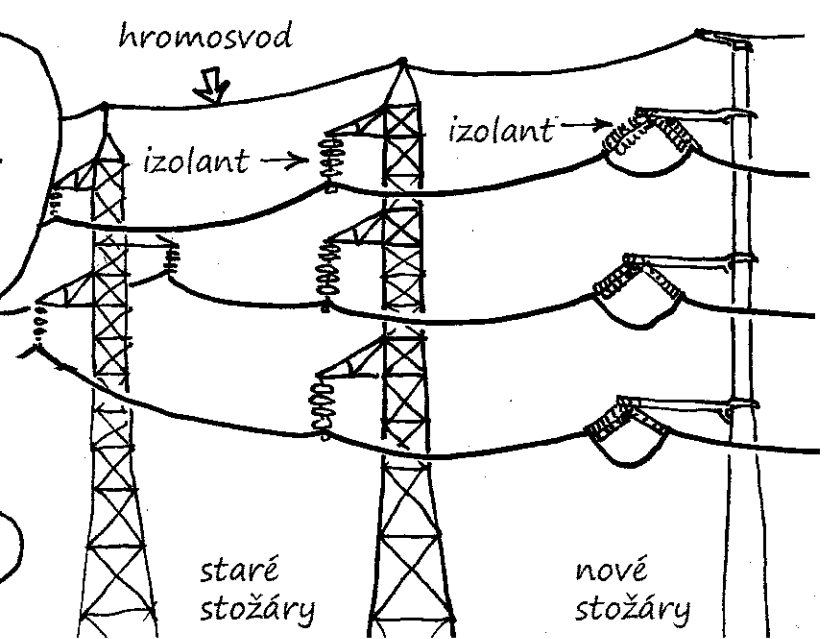


Vedení vysokého napětí ochráníme jiným vedením, které je velmi dobře viditelné a spojené se zemí. Toto vedení funguje jako lineární hromosvod.

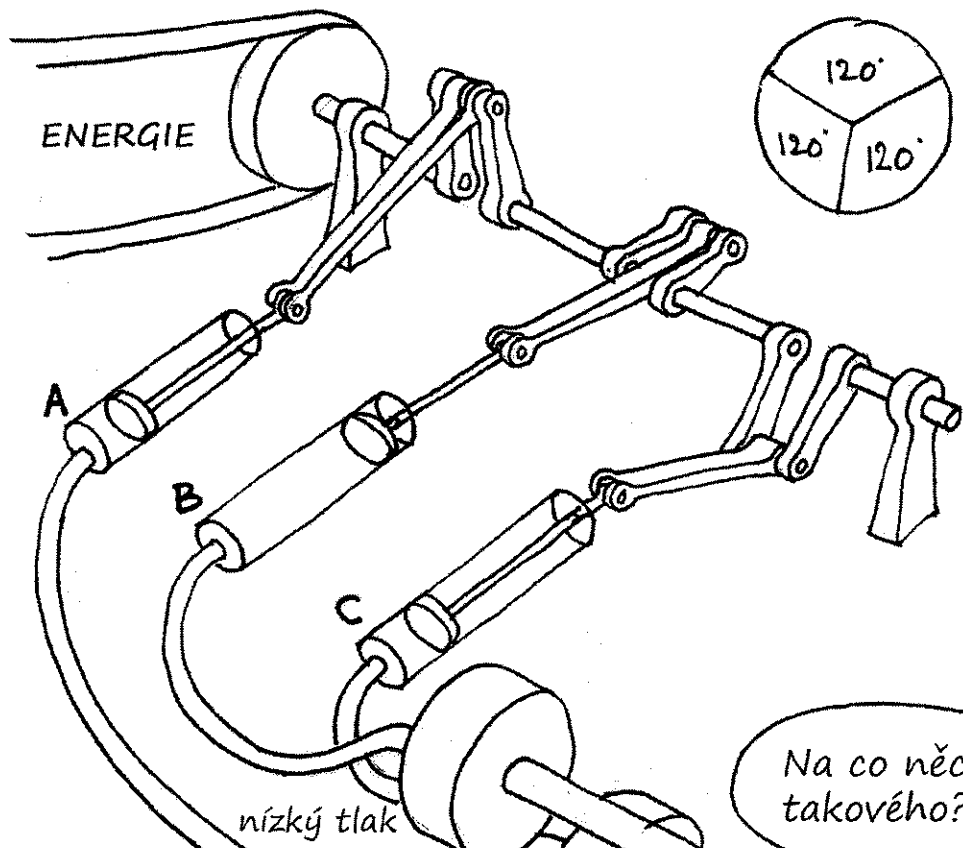
Uzemnění je několikanásobné. V domácnostech spotřebitelů je trochu jiné uzemnění spjaté s domem. Jedná se o připojení ke všem "rizikovým spotřebičům" (například pračce).



Nahoře na stožárech vysokého napětí (zde 20 000 voltů) vidíme vedení, které má funkci hromosvodu. Ale pod ním jsou tři linie vedení.



Proč?



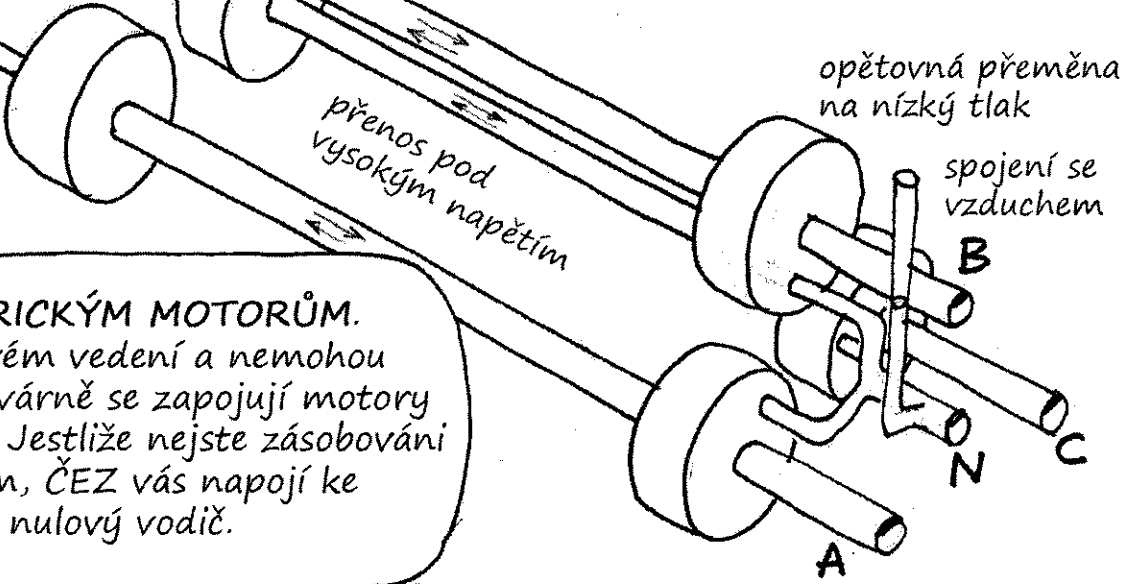
V alternátorech je proud **TRÍFÁZOVÝ**. Obrázek o tom nám poskytne tato zalomená hřídel. Zvedáky a zařízení zvyšující a snižující tlak vyrábějí alternativní proud, **FÁZOVĚ POSUNUTÝ**. Součet tlaků zůstává konstantní a zásobuje **NULOVÝ VODIČ**, který je spojený se vzduchem.



Na co něco takového?



To je kvůli **ELEKTRICKÝM MOTORŮM**. Spustí se v třífázovém vedení a nemohou se zablokovat. V továrně se zapojují motory k drátům A, B, C. Jestliže nejste zásobováni třífázovým vedením, ČEZ vás napojí ke třem drátům a na nulový vodič.



No, prosím. Jestli jste to všechno pozorně sledovali, patříte mezi ty vyvolené, jež rozumějí **TRÍFÁZOVÉMU** vedení.



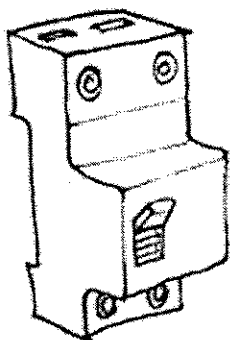
# EPILOG



No, tak už víme trošku lépe,  
co je ELEKTRINA.

S tímhle elektrikářským šroubovákem můžeme  
zjistit, jestli je nějaký předmět pod napětím.

Naučili jsme se, že nemáme manipulovat s elektrickými  
přístroji mokřýma rukama nebo máme-li nohy ve vodě.



Na závěr skončíme zmínkou  
o DIFERENCIÁLNÍM JISTIČI,  
elektromagnetickém zařízení,  
které srovnává, a tím i  
kontroluje absolutní hodnoty  
proudu, jenž protéká fází a  
a nulovým vodičem, zatímco je  
odebírán nějakým spotřebičem.  
Pokud přístroj zaznamená  
odchylku 10 nebo 20  
miliampérů, znamená to,  
že někde dochází k úniku  
proudu a proud okamžitě  
zastaví.

Velký dík mému  
dlouholetému příteli  
Jacques Legallandovi, bez něhož  
bych tento komiks nikdy  
nedokončil.