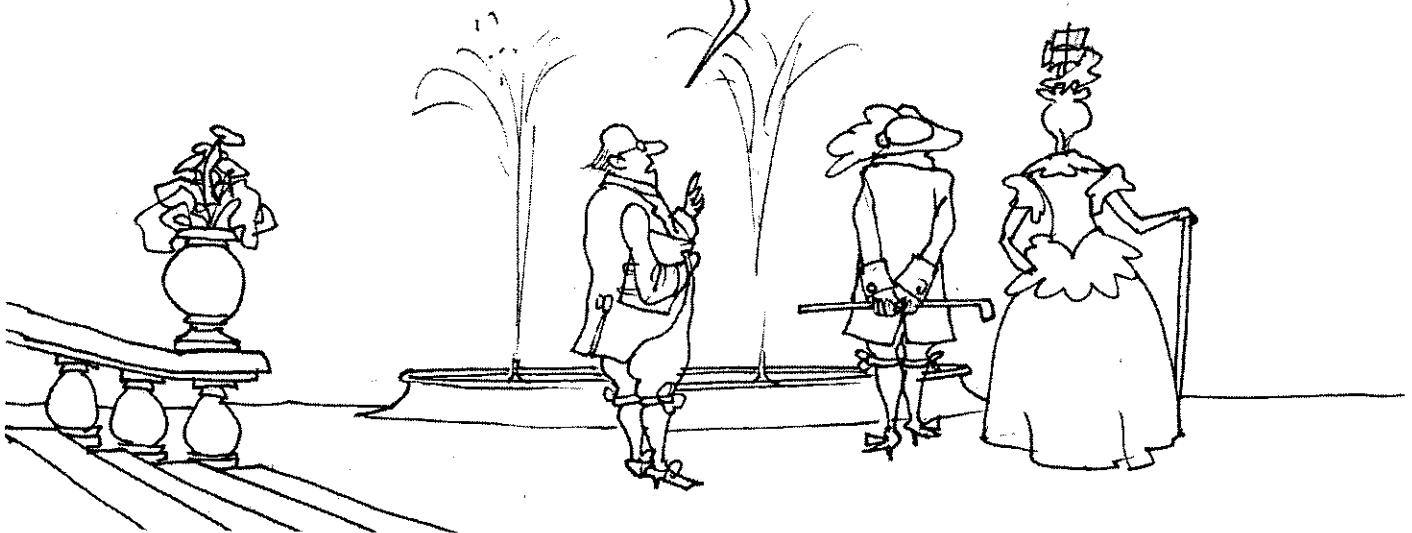


Jean-Pierre Petit

ЋИЛИБАР И СТАКЛО

Историја електрицитета

Тај електрицитет је потпуно бескористан.
У најбољем случају може да служи за забаву.
По мом мишљењу, нема никакву будућност.



à Vladimir Golubev,
mon frère

ПРОЛОГ

Деко, то је страшно. Арчибалд и ја не схватамо ништа о ЕЛЕКТРИЦИТЕТУ. Ампери, волти, оми, све се то помешало у нашим сиротим главама.



Ок, децо?



Шта не разумете?

НИШТА! Шта је СТРУЈА. То нигде није објашњено.



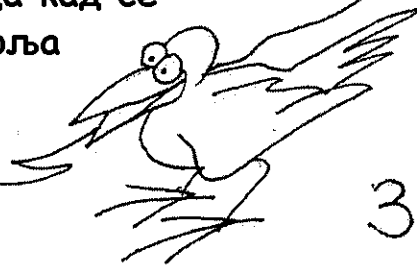
Децо, ако стварно желите да разумете шта је ЕЛЕКТРИЦИТЕТ, мораћете да зађете далеко у прошлост.



Јесте ли знали дареч електрицитет потиче од грчке речи ЕЛЕКТРОН, што значи ћилибар. То је фосилни остатак који се може наћи на северу Европе у облику малих, жутих, провидних коцака, а коришћен је у древна времена за израду накита.



У V веку пре н. е. математичар Талес приметио је да кад се ћилибар протрља вуном...



СТАТИЧКИ ЕЛЕКТРИЦИТЕТ



Тек 1740. људи попут Француза Дифеа запитали су се ЗАШТО се то дешава.



Штап од смоле

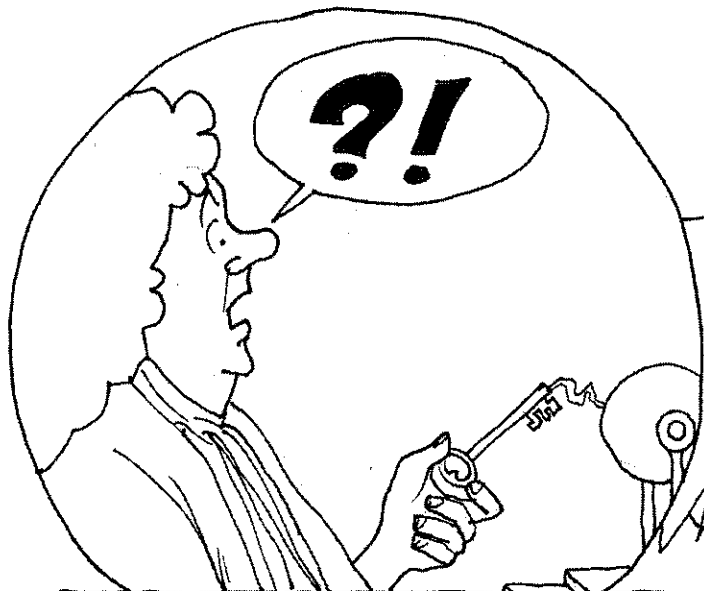


Куглица од зове,
врло лака.

Људи су почели да трљају све и свашта за пробу. Приметили су да не само ћилибар и смола, већ и сумпор и СТАКЛО могу да се НАЕЛЕКТРИШУ ТРЉАЊЕМ. Онда су почели да праве машине са куглама и дисковима од смоле, сумпора и стакла, који су бивали наелектрисани трљањем о кожне јастучиће који су се окретали помоћу ручице.

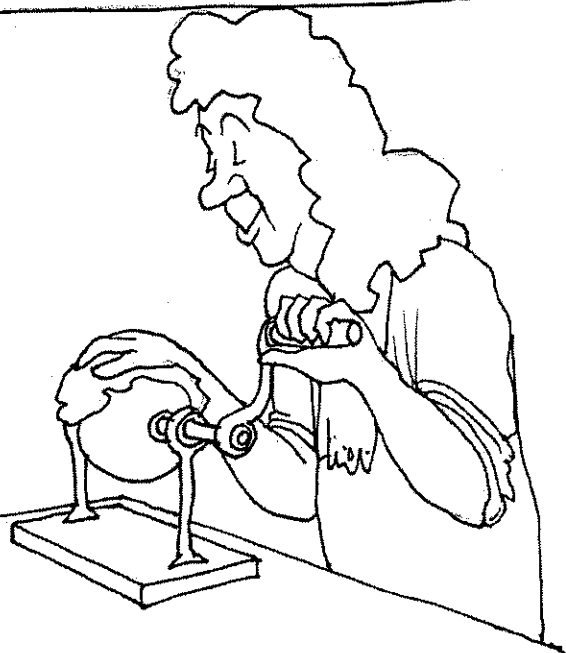


?!



Све до тренутка кад су добијене ВАРНИЦЕ, јасно видљиве у мраку.

Назвали су то ТРИБОЕЛЕКТРИЦИТЕТ.

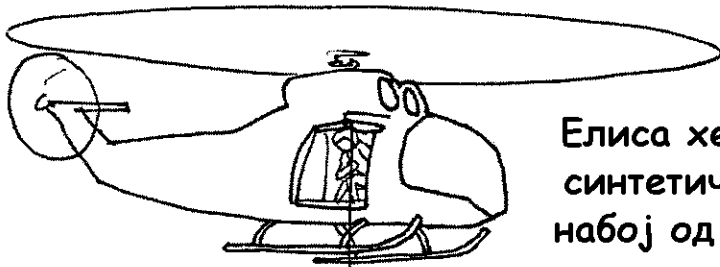




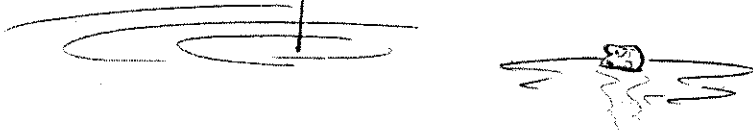
Постоји много материјала који се могу наелектрисати ваздушним трењем. По сувом времену, аутомобилске гуме се наелектришу, а пражњење се може осетити при додиру ручке врата возила. Мачје крзно се такође може наелектрисати трљањем (*). Наелектрисана мачка, изолована јастучићима својих шапа, празни се кад лизне нешто или неког.



Одлично!




Елиса хеликоптера направљена од синтетичког материјала често има набој од преко 100.000 волти. Кад пилоти хоће да извуку потонулу машину, они потопе кабл у воду пре него што је дотакну.



(* Падобранци скачу са хеликоптера у воду да не би постали веза преко које ће се машина испразнити у морску воду.

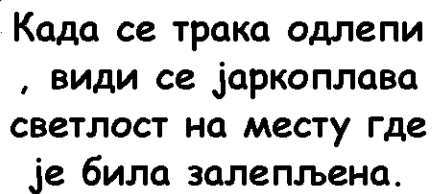
Веома длакава мачка може се наелектрисати до 50.000 волти и производити врло лепе варнице у мраку. Али чак и ако се осети дрхтај, штета по њихово тело је безначајна јер електрична снага остаје сувише мала.



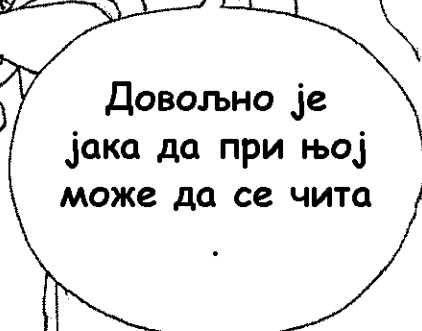
Спектакуларан електрични феномен може се видети ако се затворите у мрачну собу са колutom изолационе траке. Тада је одлепите наглим трзајем.



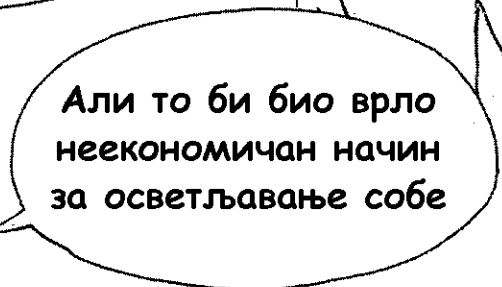
Одлепимо?



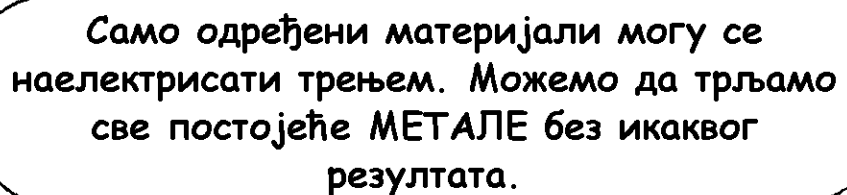
Када се трака одлепи, види се јаркоплава светлост на месту где је била залепљена.



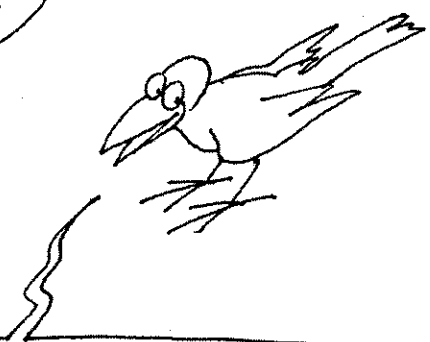
Довољно је јака да при њој може да се чита



Али то би био врло неекономичан начин за осветљавање собе



Само одређени материјали могу се наелектрисати трењем. Можемо да трљамо све постојеће МЕТАЛЕ без икаквог резултата.



ИНДУКОВАНИ ЕЛЕКТРИЦИТЕТ

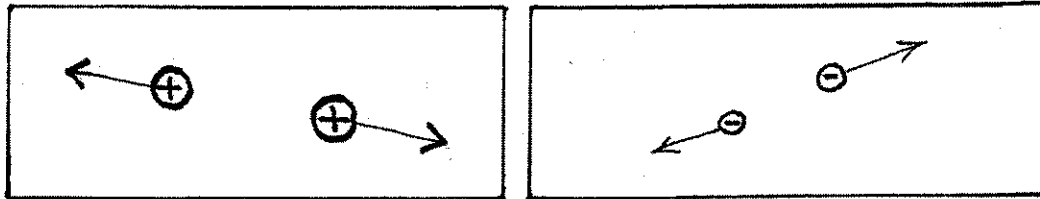
Али откривено је да то није без ефекта када је наелектрисани предмет, направљен од смоле или стакла, стављен близу метала.



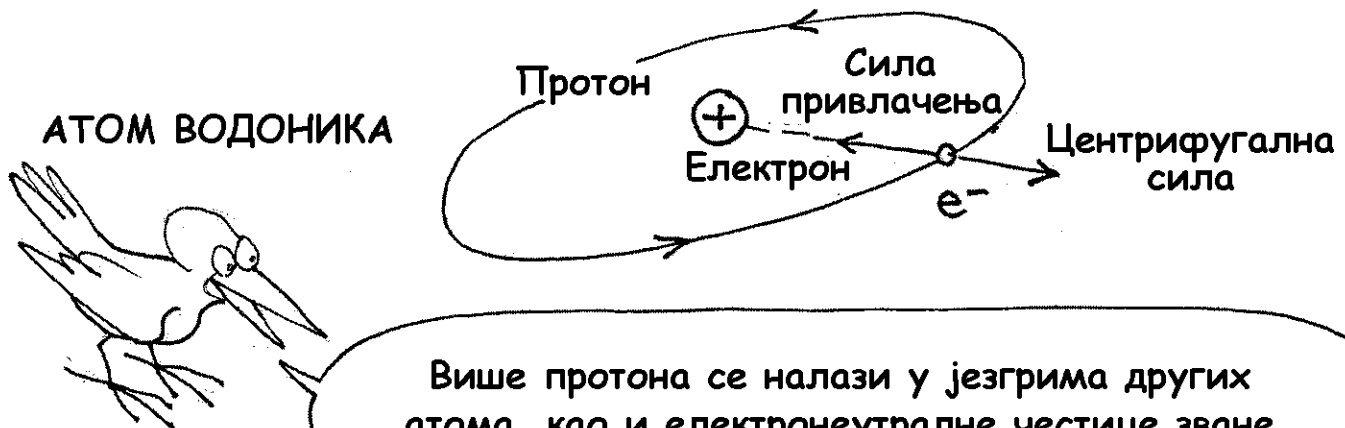
У овој тачки немогуће је наставити овај приказ електрицитета а да се не спомену открића начињена два и по века касније.

Тек 1905. Новозеланђанин Ернест Радерфорд је показао да је материја начињена од атома. Затим је Данац Нилс Бор описао да су они сачињени од позитивно наелектрисаног ЈЕЗГРА око којег кружи један или више негативно наелектрисаних ЕЛЕКТРОНА.

Наелектрисања са истим знаком се међусобно одбијају.

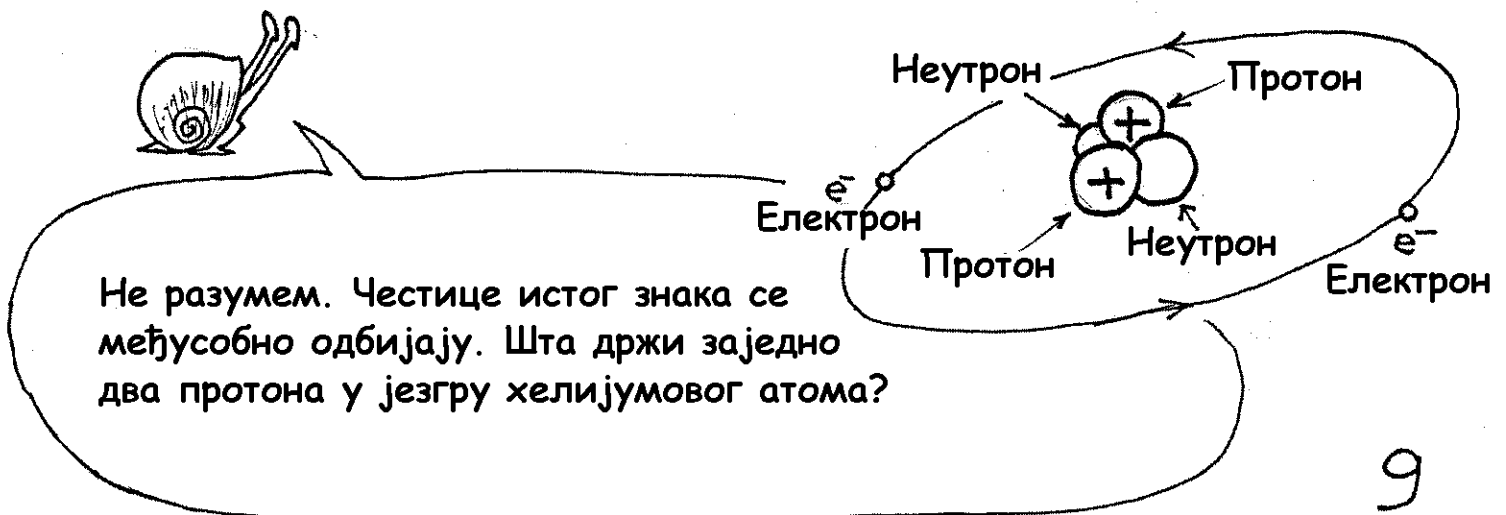


Супротни знаци се привлаче, што омогућава настанак АТОМА ВОДОНИКА у ком један електрон кружи око језгра сачињеног од једног ПРОТОНА, при чему сила електричног привлачења (између супротних наелектрисања) уравниојује ЦЕНТРИФУГАЛНУ СИЛУ.



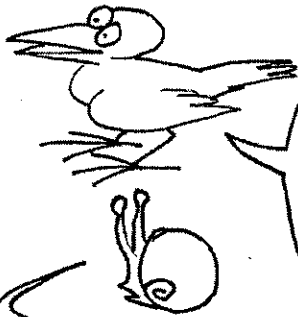
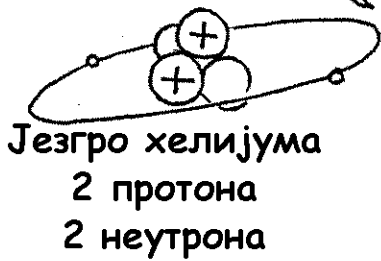
Више протона се налази у језгрима других атома, као и електронеутралне честице зване НЕУТРОНИ

АТОМ ХЕЛИЈУМА



Не разумем. Честице истог знака се међусобно одбијају. Шта држи заједно два протона у језгру хелијумовог атома?

Честице које чине ЈЕЗГРА атома зову се НУКЛЕОНИ. Њихову кохезију осигурава привлачна НУКЛЕАРНА СИЛА, која на малој раздаљини постаје јача од силе електричних набоја.



У језгру неког атома увек има мање-више исто толико протона, позитивно наелектрисаних, колико и неутрона, који немају наелектрисање.

Али је **УВЕК** подједнак број протона, + наелектрисаних, и електрона, - наелектрисаних, што чини све атоме **ЕЛЕКТРОНЕУТРАЛНИМ**.

Пример, молекула кисеоника:



2 атома
кисеоника

или угљен диоксида:



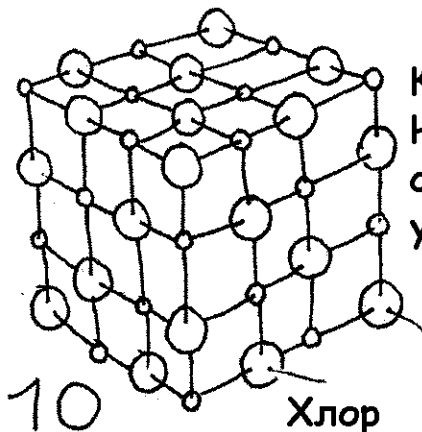
Кисеоник | Кисеоник
Угљеник

или воде:



Водоник | Водоник
Кисеоник

У ТЕЧНОСТИМА и ГАСОВИМА молекули се слободно крећу, остајући електро НЕУТРАЛНИ. У ЧВРСТОЈ МАТЕРИЈИ, језгра су фиксирана у међусобном односу. У МЕТАЛУ, неки од електрона крећу се слободно међу фиксираним језгрима.



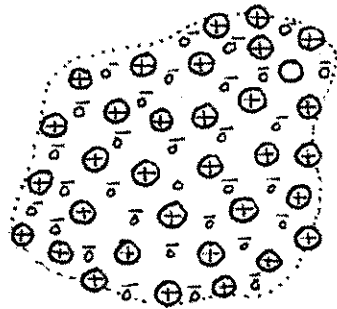
Кухињска со
Натријум хлорид где
су језгра распоређена
у коцкасту мрежу

Натријум



У МЕТАЛУ (у чврстом стању) атоми су фиксирани један у односу на други. Неки од електрона се крећу слободно, као што се пчеле крећу у кошници. Када се комад метала не дира, густина позитивних набоја, садржаних у језгрима, и густина негативних набоја, у електронима, једнаке су. Комад је електронеутралан.

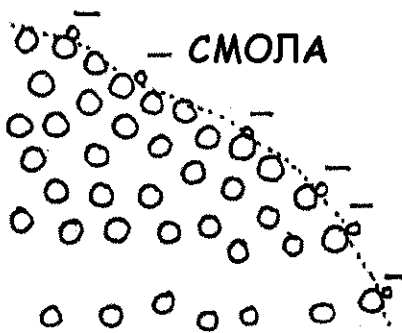
КОМАД МЕТАЛА



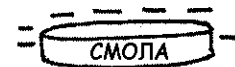
⊕ Језгро

• Електрон

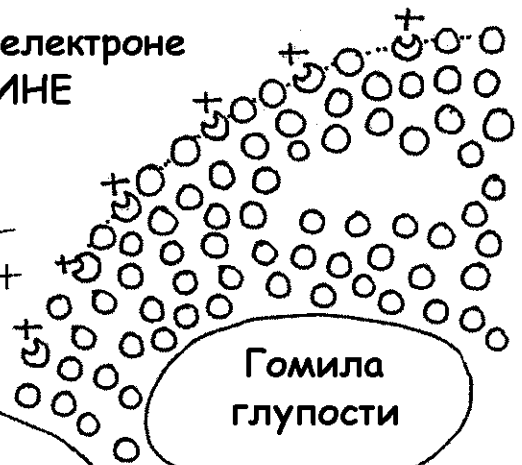
Када трљамо ћилибар, или смолу, њихова површина постаје прекривена додатним електронима који се везују за атоме и стварају **ФИКСИРАН** распоред негативних набоја.



До открића електричних набоја, људи су говорили о електрицитету смоле.



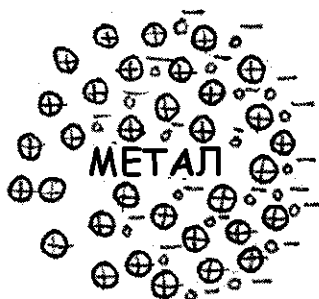
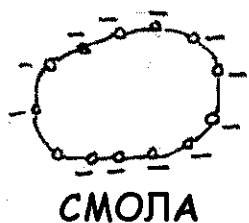
Када трљамо парче стакла, ми извлачимо електроне из атома на његовој површини. Те **ПРАЗНИНЕ** су тада једнаке **ФИКСИРАНОМ** распореду позитивних набоја. Људи су то звали електрицитетом стакла.



Гомила глупости

Људи су то звали електрицитетом стакла.





Ако принесемо парче смоле , негативно наелектрисано, парчету метала, електрони метала се повлаче.

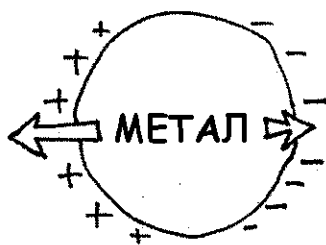


Изазвана електрична појава захвата површину, главна маса метала остаје неутрална. Под утицајем негативних набоја које носи комад смоле, све се

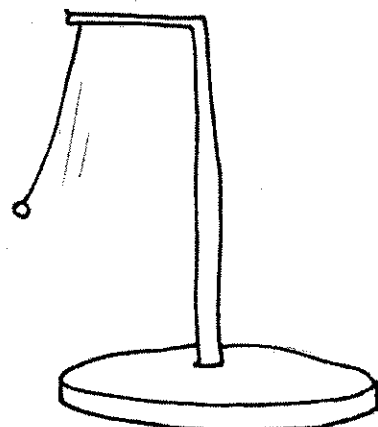
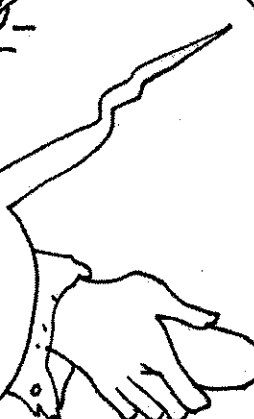
дешава као да супротна страна металног комада постаје прекривена позитивним набојима, док је страна која му је



1 - Супротни набоји се међусобно привлаче, набоји истог знака се међусобно одбијају;
2 - Ове силе су обрнуто пропорционалне квадрату растојања међу њима;



+ набоји, пошто су ближи смоли него - набоји, изазваће незнатно привлачење металног комада.





Шта би се десило ако, уместо да металу принесемо негативно наелектрисано парче смоле, употребимо позитивно наелектрисано парче стакла?

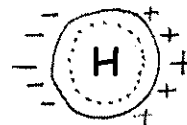
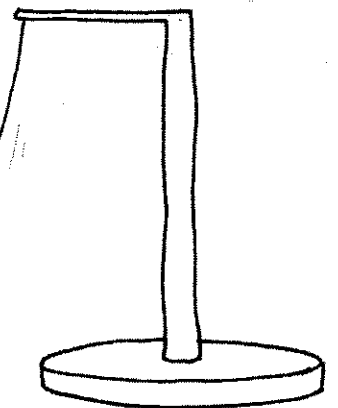
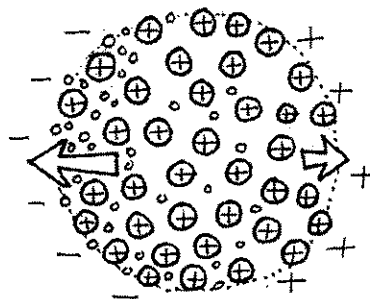
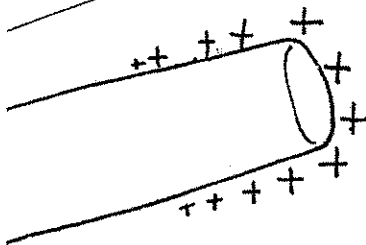
Размисли, Софија. Имала би изазвани електрицитет, али обрнут



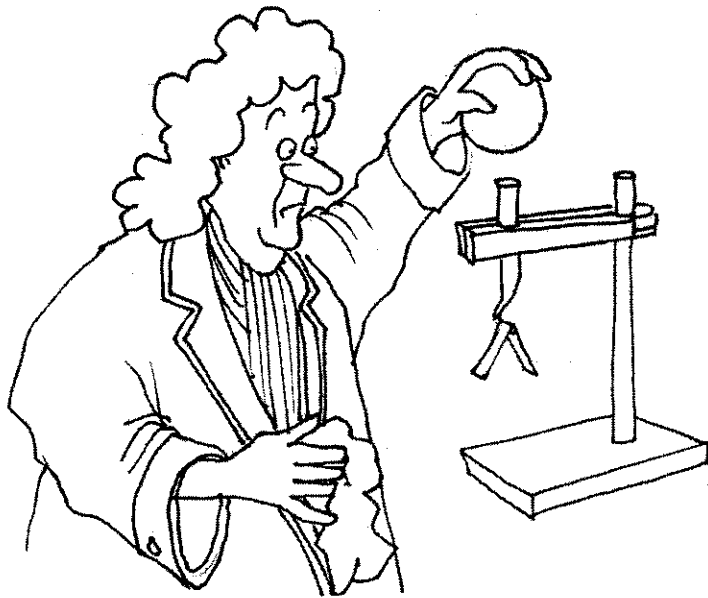
Да ли то значи да ће комад метала бити одбијен?



Изгубио си!

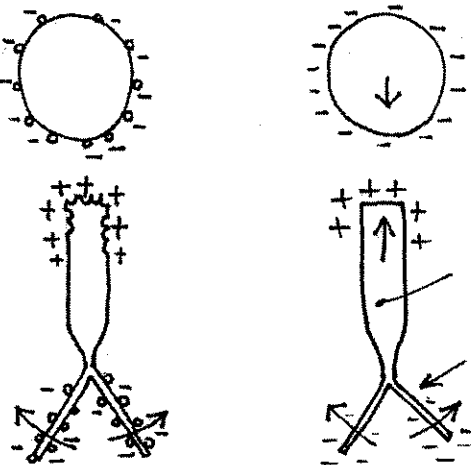


Овог пута стакло ће привући електроне метала, који ће се скупити на страни која му је сучељена а напустити супротну страну. Резултат ће увек бити (незнатно) привлачење.



Разумела сам зашто се два листића злата међусобно удаљавају кад им се принесе комад наелектрисане смоле.

Ефектом индукованог наелектрисавања, набоји присутни на површини одбијају електроне метала ка листићима злата. А пошто се набоји истог знака међусобно одбијају, листићи се раздвајају.

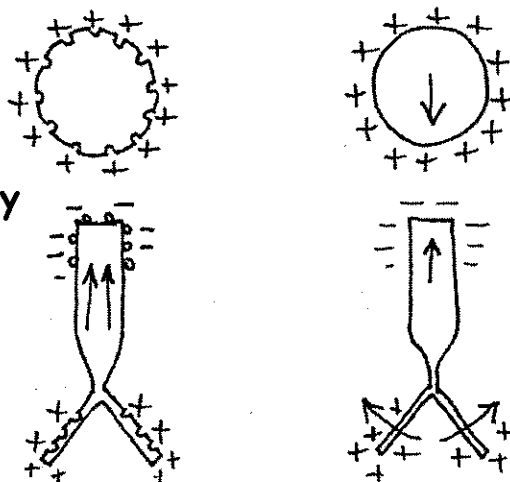


Два предмета се привлаче незнатно. Листићи злата се подижу јер им је тежина врло мала.

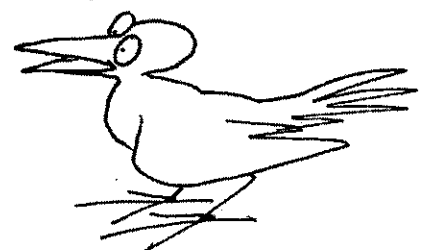


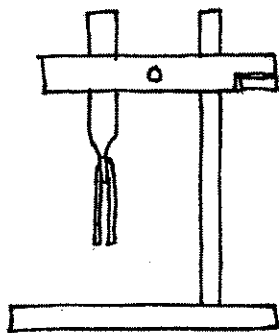
Практично иста ствар дешава се када се наелектрисано стакло (чији су електрони повучени) приближи

Електрони се померају са листића злата и сакупљају на горњем делу штапа.



Позитивно наелектрисани листићи злата одбијају један другог.





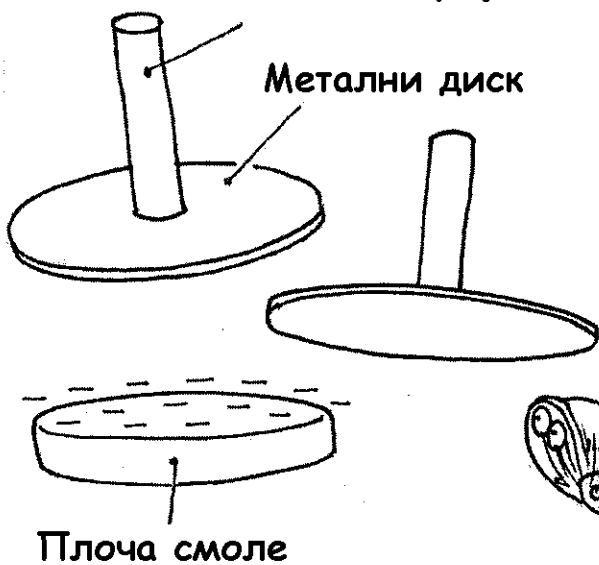
Али када уклонимо наелектрисане комаде, електрони се враћају на своје првобитно место, феномен ишчезава и парче метала поново постаје ЕЛЕКТРОНЕУТРАЛНО.



Како НАЕЛЕКТРИСАТИ комад метала?

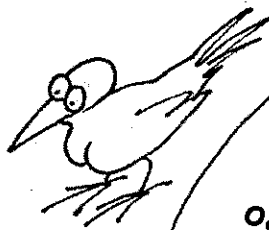
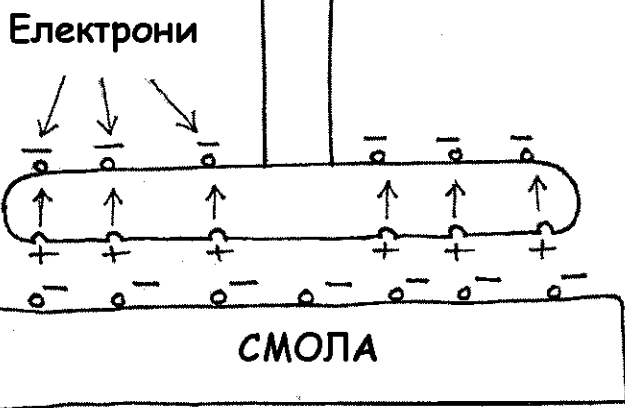
ЕЛЕКТРОФОР

Штап од материјала који је изолатор (дрво)



Овај врло једноставан предмет изумео је 1800. Италијан Волта.

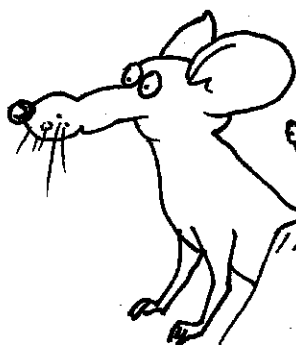
Приношењем металног диска наелектрисаном диску смоле, јавља се ефекат индукованог наелектрисавања.



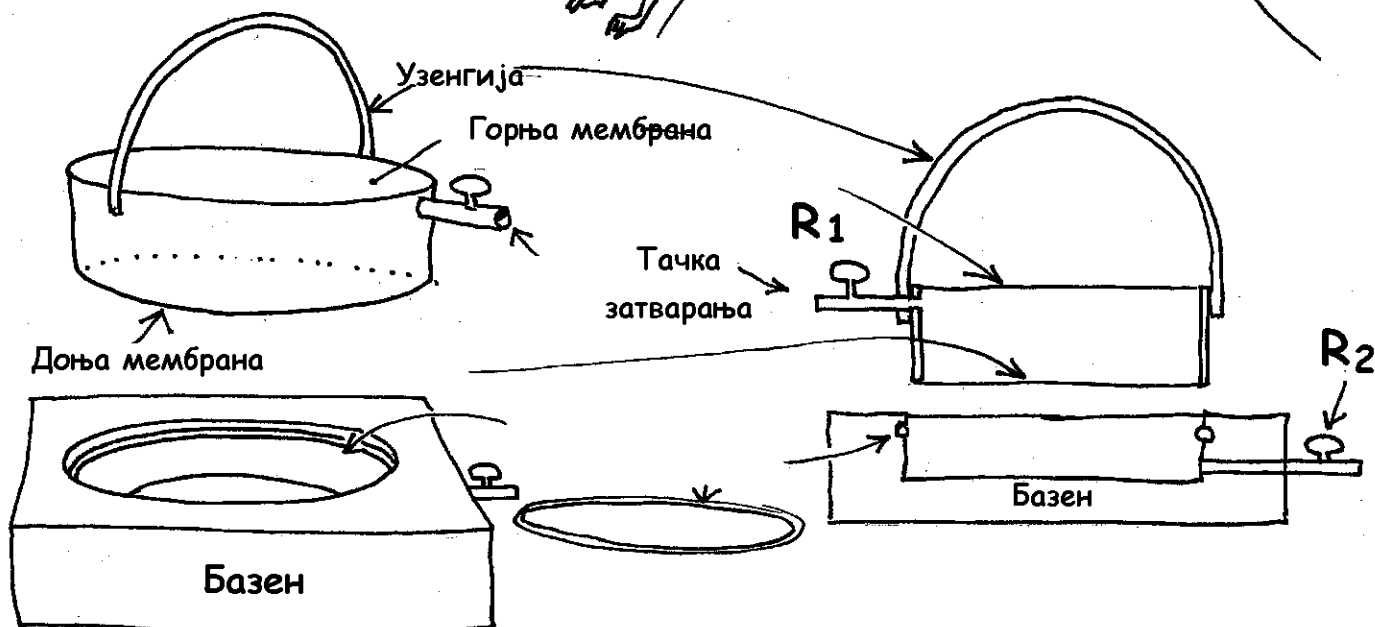
Електрони метала, одбијени електронима присутним на површини диска смоле, напуштају доњу страну диска и селе се ка горњем делу.



Фор потиче од грчке речи која значи „носити”. Електрофор је дакле инструмент који омогућава транспорт електричних набоја. Да бисмо потпуно разумели како ради, употребићемо аналогију из механике флуида.

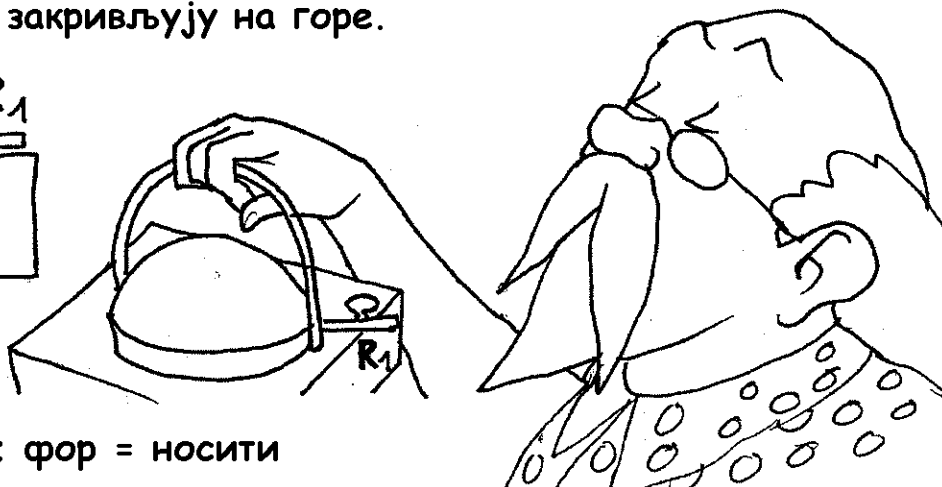
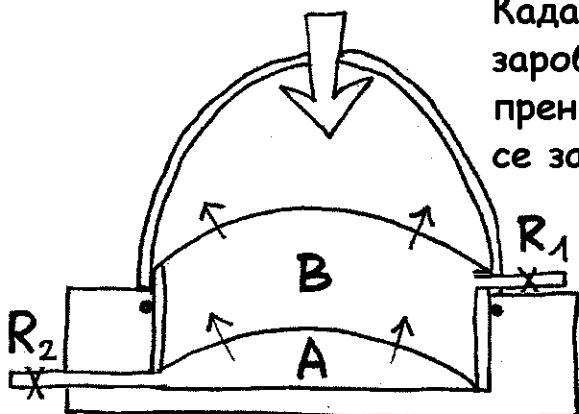


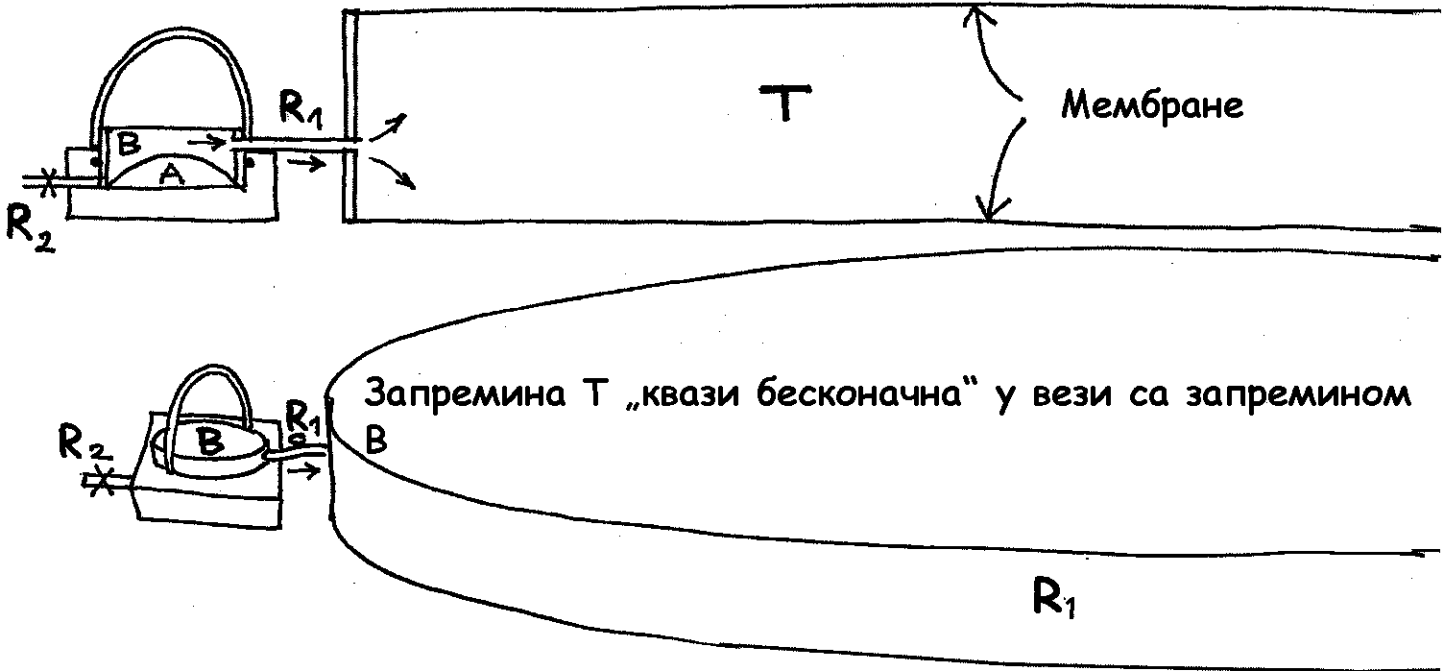
Шта је све ово?



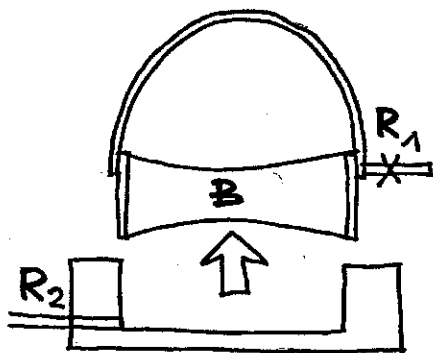
БАРОФОР (*)

Када гурнемо барофор на место, ваздух је заробљен у простору А. Тај надпритисак се преноси даље у запремину В и две мембране се закривљују на горе.

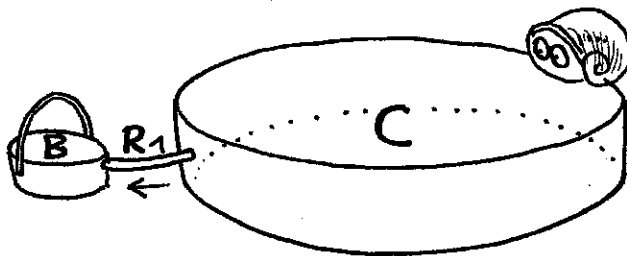




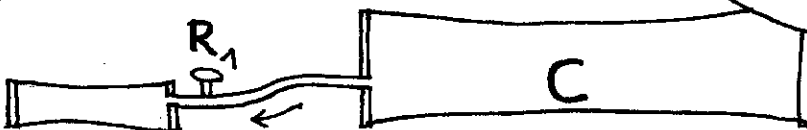
Затим повезујемо запремину V преко две мембране са „бесконачним“ примаоцем T , такође ограниченим двема широким мембранама. Запремина је првобитно на атмосферском притиску. Притисци у V и T ће поништавати један другог, практично на атмосферском притиску. Горња мембрана барофора постаће готово равна. Ако тада затворимо славину R_1 и уклонимо барофор, постижемо ово:



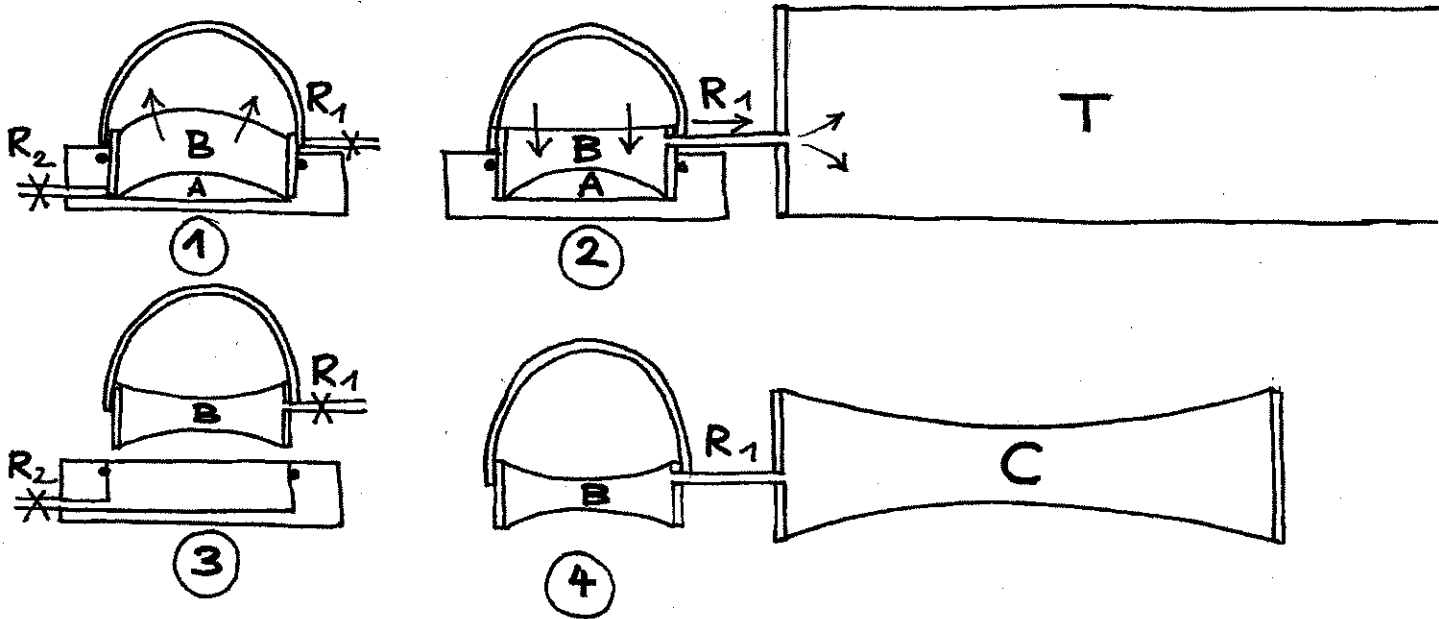
Запремина V је тада у ПОДПРИТИСКУ у односу на атмосферски притисак средине. Можемо пренети тај ДЕПРИМОВАНИ ваздух где год желимо, и употребити га да незнатно смањимо притисак у КОНДЕНЗАТОРУ, овог пута ограничене запремине C .



Два притиска се изједначавају, и тако је барофор V омогућио стварање незнатног подпритиска у овом КОНДЕНЗАТОРУ C



Можемо понављати овај поступак и сваки пут извући по мало ваздуха из КОНДЕНЗАТОРА C , али све мање и мање. У сваком случају, након одређеног броја понављања, ово више неће функционисати јер ће се притисци (због подпритисака) међусобно изједначити.

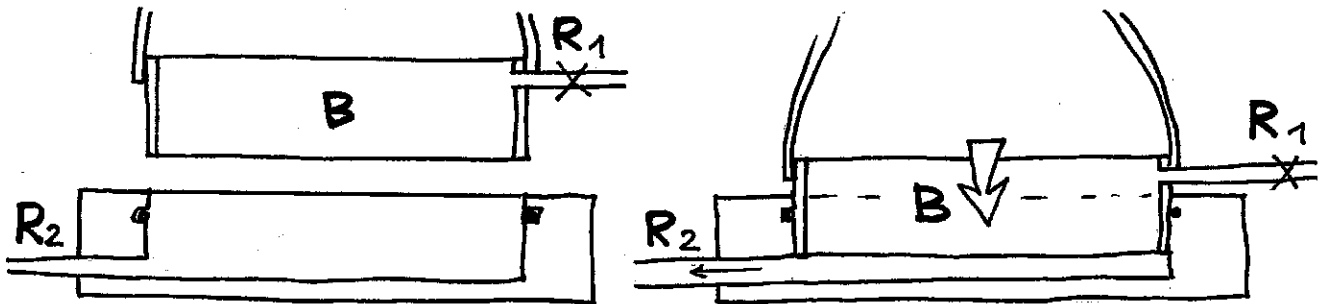


Дакле овако добијамо необичну вакуум пумпу којом, уз помоћ барофора, ПРЕНОСИМО ПОДПРИТИСАК.

Можемо ли је користити да преносимо надпритисак?

Ова ствар је права смејурија.

Док је барофор на притиску околине, мембране не трпе никакву напетост. Када смо завршили са разним поступцима, створили смо ПОДПРИТИСАК у простору В. НАПЕТОСТИ остају у мембранама. Означавамо ову напетост као НЕГАТИВНУ. Помоћу барофора ћемо сада ставити простор В, смањујући запремину између мембрана, у НАДПРИТИСАК, и рећи да су оне у стању ПОЗИТИВНЕ НАПЕТОСТИ.

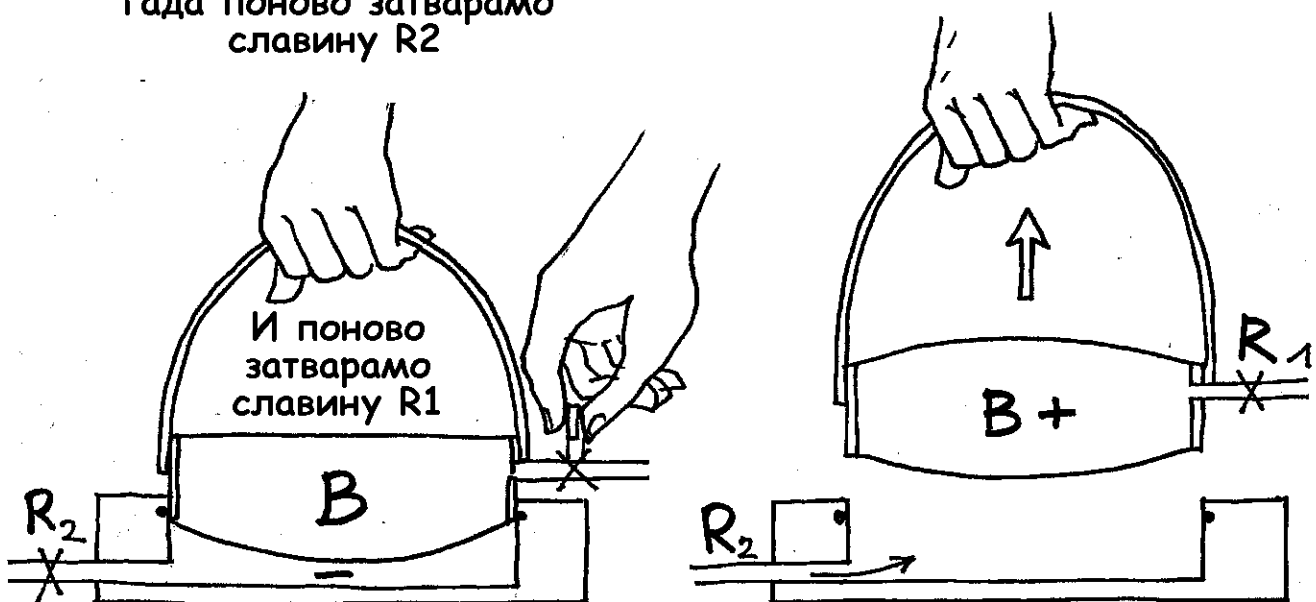


Отварамо славину R2 и гурамо барофор на његово место.

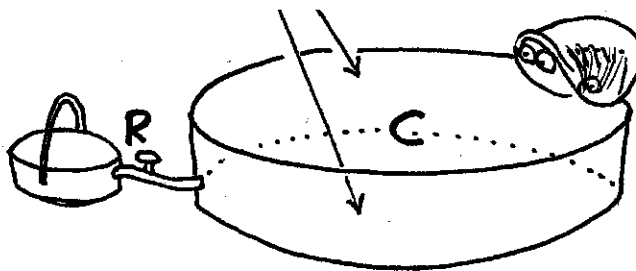


Затим отварамо R1, чиме стављамо простор В у комуникацију са великим простором.

Тада поново затварамо славину R2



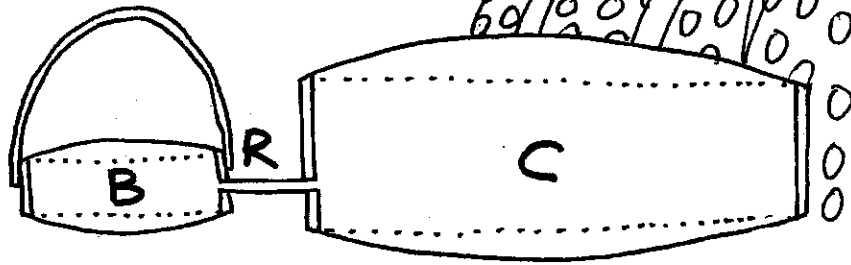
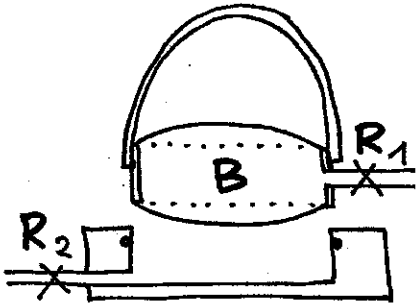
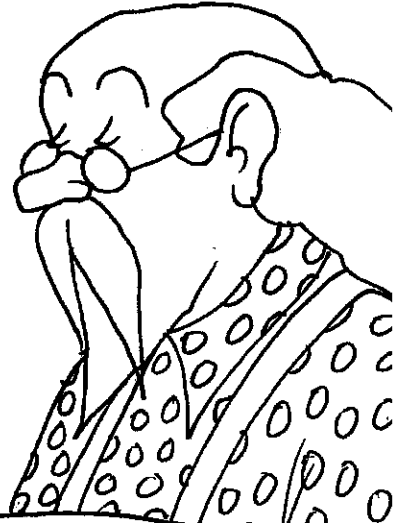
Отварамо славину R2 и уклањамо барофор.



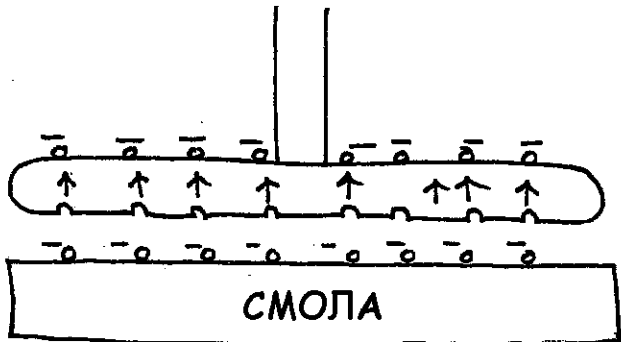
Два притиска се изједначавају, чиме барофор В омогућује стварање незнатног надпритиска у КОНДЕНЗАТОРУ С који је напуњен ваздухом, па се мембране незнатно испупчују



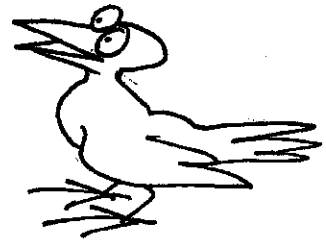
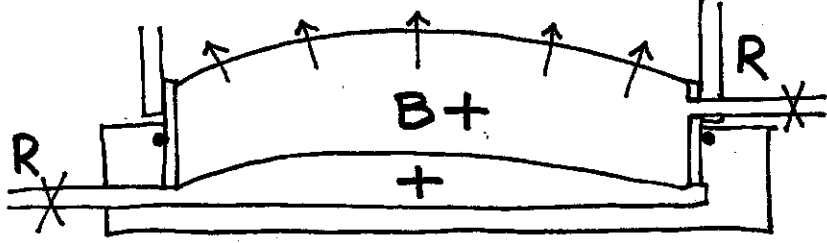
Можемо понављати тај поступак помоћу овог „ручног компресора“ све док притисци у В и С не постану једнаки. Тада је притисак у С на максимуму. Тада бисмо могли рећи да је КОНДЕНЗАТОР С доведен до максималне ПОЗИТИВНЕ НАПТЕТОСТИ

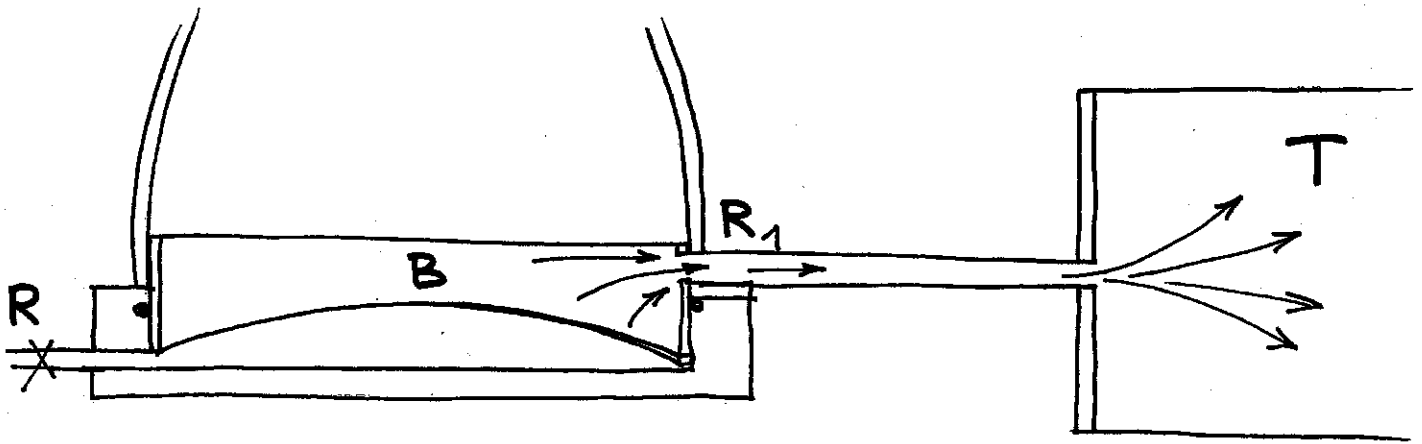


„Пумпа“ постаје ефикасна када притисци В и С постану једнаки, када НАПТЕТОСТИ у мембранама постану једнаке.

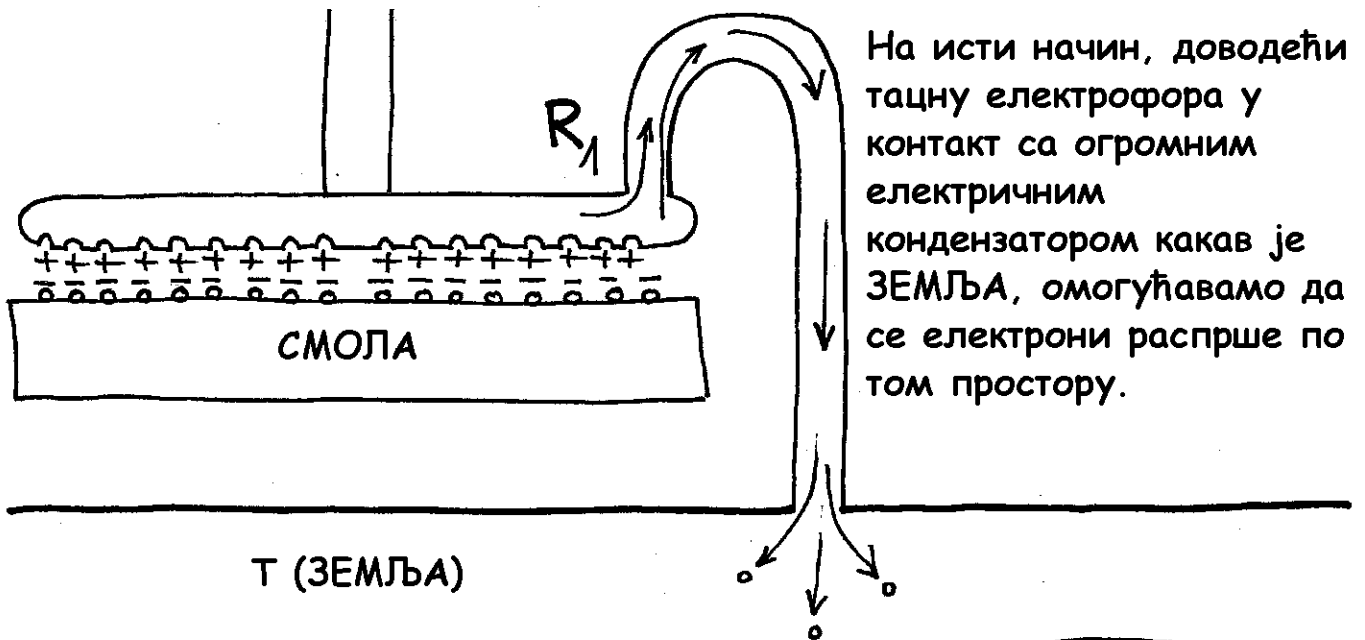


Вратимо се нашем електрофору . Електрони присутни на површини смоле одбијају електроне метала ка горњем делу диска.

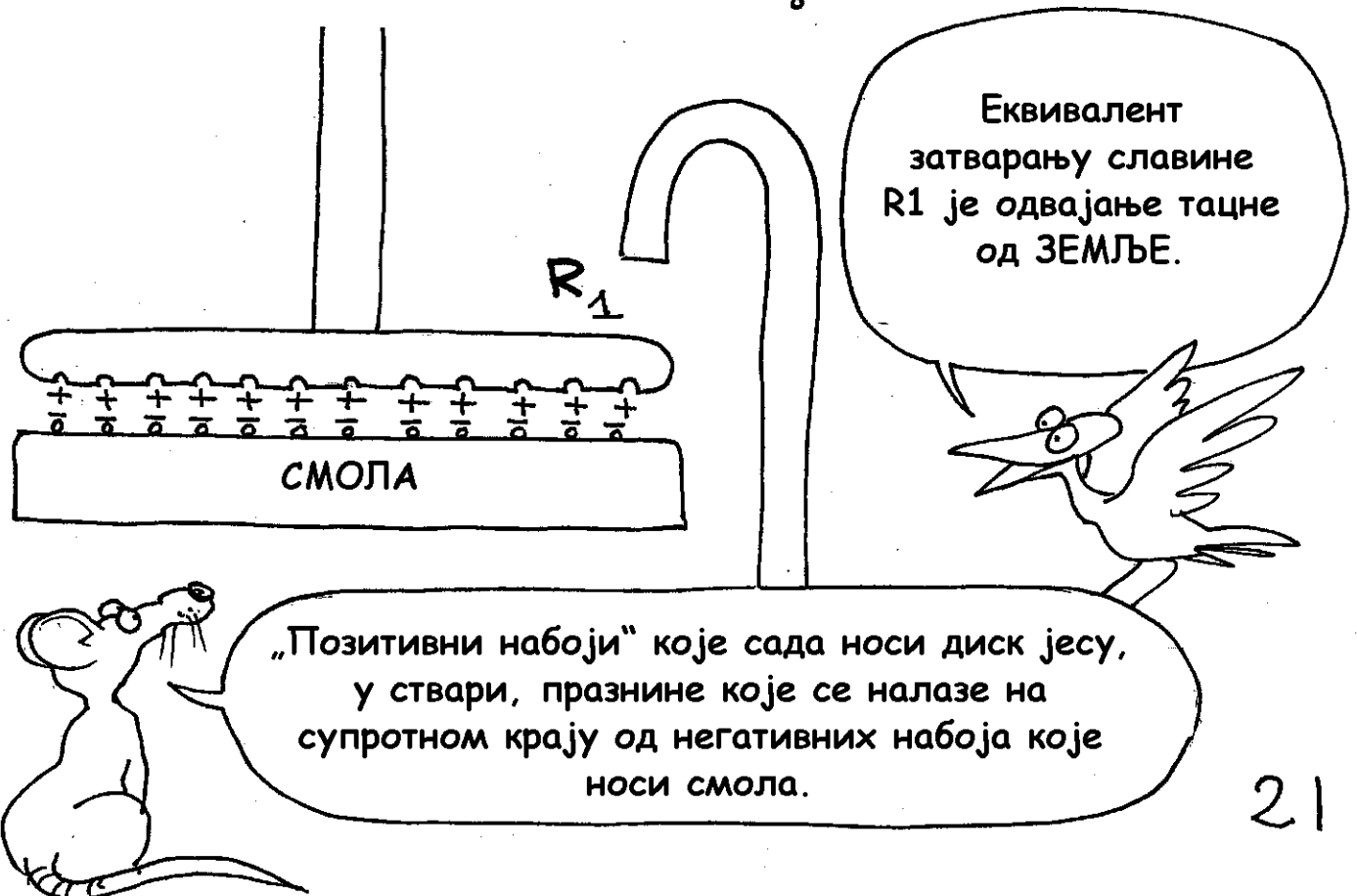




Отварањем славине R_1 , омогућавамо да надпритисак присутан у B одлази у огромни кондензатор T , чију запремину сматрамо бесконачном



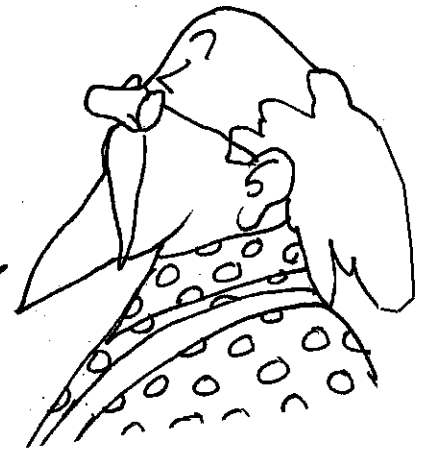
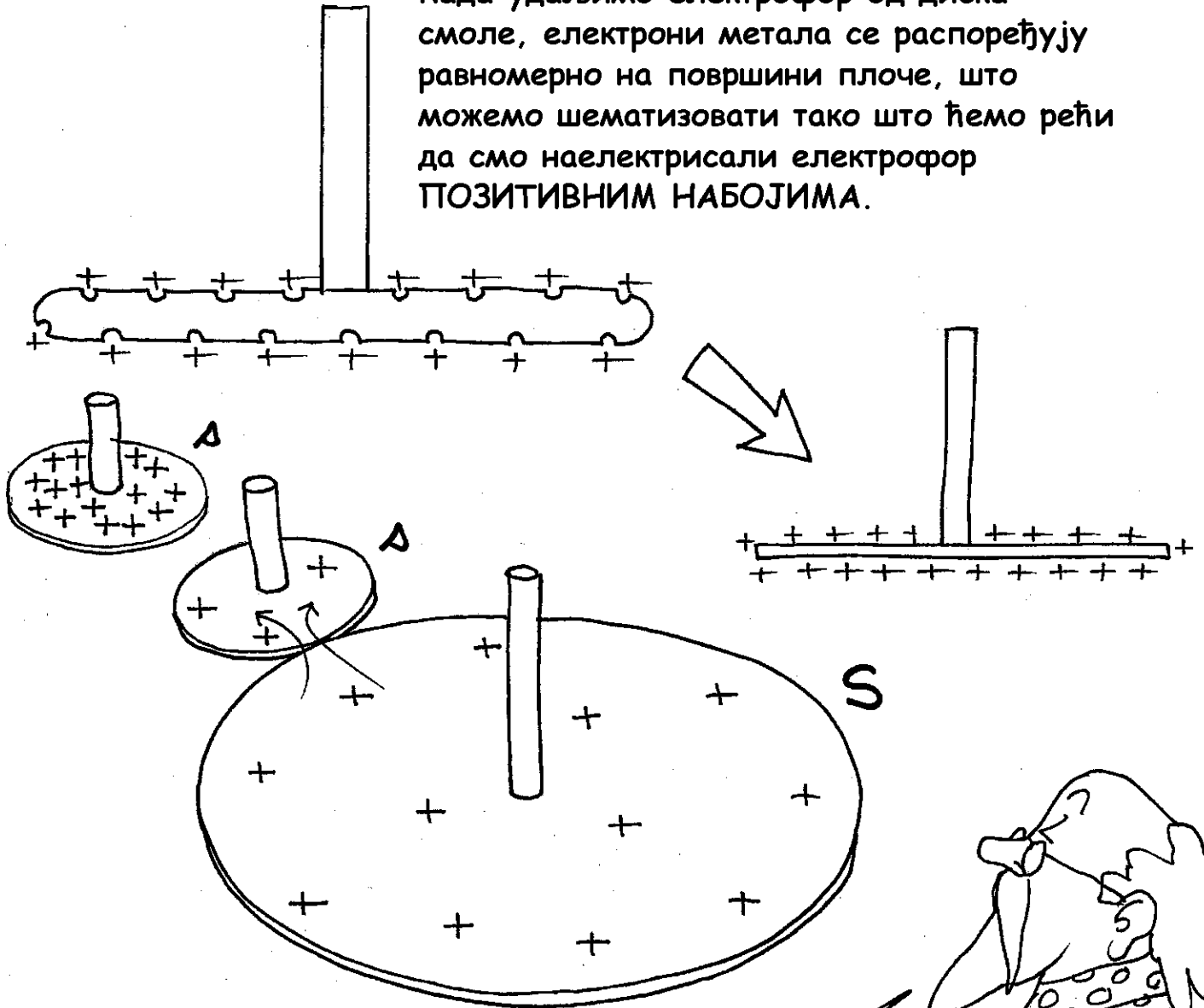
На исти начин, доводећи тацну електрофора у контакт са огромним електричним кондензатором какав је ЗЕМЉА, омогућавамо да се електрони распрше по том простору.



Еквивалент затварању славине R_1 је одвајање тацне од ЗЕМЉЕ.

„Позитивни набоји“ које сада носи диск јесу, у ствари, празнине које се налазе на супротном крају од негативних набоја које носи смола.

Када удаљимо електрофор од диска смоле, електрони метала се распоређују равномерно на површини плоче, што можемо шематизовати тако што ћемо рећи да смо наелектрисали електрофор ПЛОЗИТИВНИМ НАБОЈИМА.



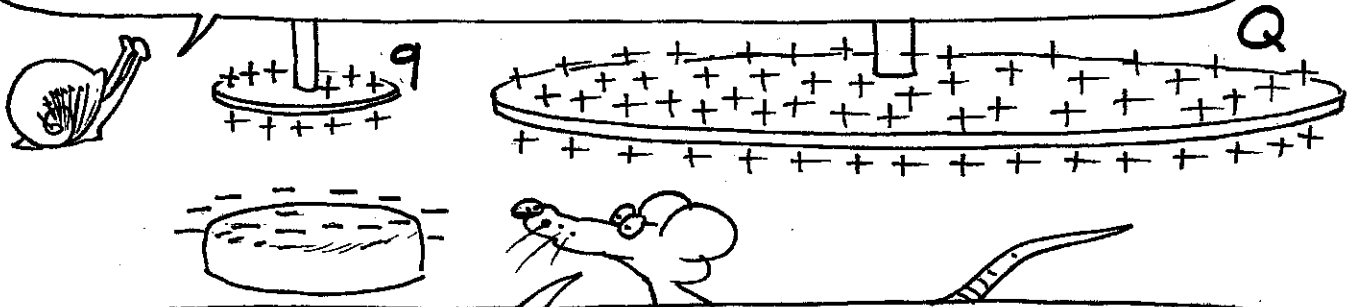
Ако спојимо наш електрофор површине s са кондензатором површине S , та два уређаја ће поделити „позитивне набоје“ на такав начин да ће густине набоја по јединици површине постати једнаке. У ствари електрони великог диска су ти који се крећу ка мањем. Понављајући тај поступак можемо доводити додатне набоје, што ће престати када набоји на површини електрофора постану једнаки онима на КОНДЕНЗАТОРУ.





Почињем да схватам аналогију са барофором. Са овим, под условом да извршимо довољан број преноса гаса, можемо довести простор било које запремине на исти притисак као онај који постоји у простору В, када га извучемо из његовог места.

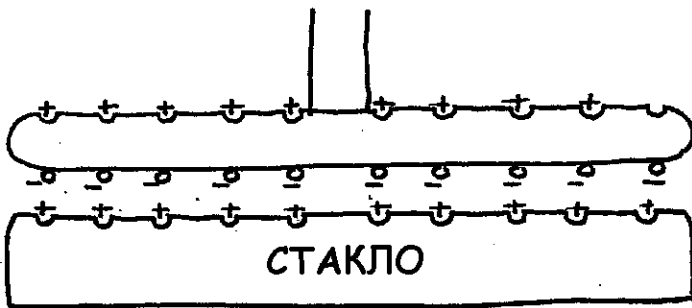
Али шта је еквивалент СТАТИЧКОМ ЕЛЕКТРИЦИТЕТУ?



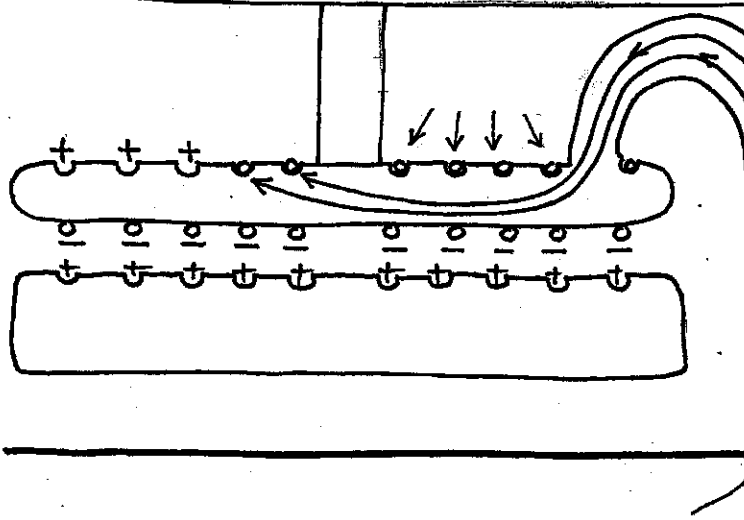
Можемо створити на површини S неког кондензатора исту густину електричних набоја као што је она на површини мог електрофора, која је зависна од наелектрисаности блока смоле.

Али ти електрични набоји, одакле они долазе? То изгледа као права чаролија.

Та чаролија, како је ти зовеш, омогућила је људима да стигну од малих експеримената за забаву деце до много озбиљнијих ствари.



А шта се дешава када електрофор ради са диском од СТАКЛА чија површина садржи ПРАЗНИНЕ и који је зато ПОЗИТИВНО НАЕЛЕКТРИСАН?



Овог пута, када спојимо диск са ЗЕМЉОМ, електрони, привучени позитивним празнинама, крећу се на горе да их испуне и неутралишу.

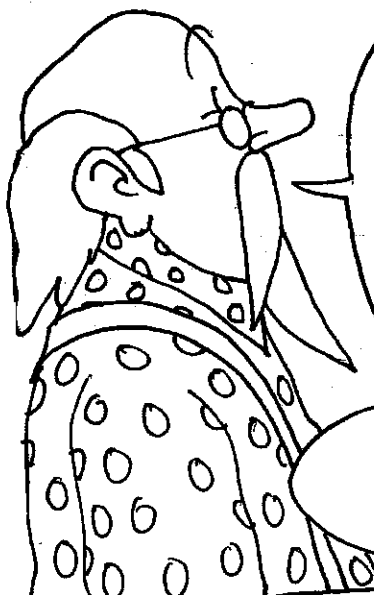
Штап од материјала који је изолатор



Затим, ако уклонимо електрофор, електрони се распоређују по читавој површини. Она је НЕГАТИВНО НАЕЛЕКТРИСАНА, носи НЕГАТИВНУ ВОЛТАЖУ.



Стани, изгубио сам се! Аналогија са БАРОФОРОМ више не функционише. ЕЛЕКТРИЧНИ ФЛУИД је ова врста ЕЛЕКТРОНСКОГ ГАСА (*). И још, плоча би у надпритиску требало да буде доведена до позитивне волтаже, зар не?




Умесна примедба, драги мој Арчи. Када је човечанство почело да се игра са електрицитетом, сместа је помислило да се ради о ЕЛЕКТРИЧНОМ ФЛУИДУ. Али нико није знао у ком смеру он тече. Изабрали су произвољни смер, са вероватноћом један према један да погреше.


И, нажалост, погрешили су.



Касније је то било немогуће исправити, што значи, као што ћемо касније видети, да се налазимо у позитивном смеру електричне струје који је, у ствари, СУПРОТАН од смера кретања електрона!




У то време нико није знао да је струја настаје кретањем електрона. Иначе би јој доделили позитиван знак. Али кад је грешка већ била учињена, било је прекасно.



Без обзира на то, ЕЛЕКТРОФОР омогућује концентрацију све већих електричних набоја у КОНДЕНЗАТОРИМА све већих површина (*), нешто попут пуњења каде кашичицом. Изумели су свакакве машине засноване на том принципу, које су радиле аутоматски (али нећемо овде о томе).

(*) Електрични набој кондензатора, за дати напон, пропорционалан је његовој површини



Електрични набој расте са површином. Али ми не морамо радити само са равним површинама. Ево, ставио сам велики наборани лист злата у изолованог примаоца и наелектрисао га до максимума.




Боже!




?!!

Раније је само голицало, сада је то нешто друго!




Да, овако смо прешли са кућних огледа до метежа који могу да оборе човека на земљу, чак... убију! (*)

Јасно је да људско тело проводи електрицитет и када дотакнем штап, ја га уземљујем, доводећи систем у контакт са **ЗЕМЉОМ (*)**



Смер кретања електрона зависи од знака **НАБОЈА** који обезбеђује **КОНДЕНЗАТОР**.



26 (*) ПАЖЊА! Ако на ИНТЕРНЕТУ нађете планове за ЕЛЕКТРОСТАТИЧКУ МАШИНУ коју можете користити за пуњење великих кондензатора, могли бисте себе послати у Вечна ловишта

Како то да са комадом смоле, или протрљаним стаклом, можемо стићи од обичне играчке до система способног да убије коња? Признајем да баш и не разумем.



Вратимо се нашем БАРОЋОРУ. Њиме можемо довести малу запремину V до притиска P . Затим, прогресивно, можемо довести запремину C , много већу, до истог притиска.

Сада замисли да имаш пумпу којом можеш да један кубни центиметар ставиш под притисак од сто килограма.

Помоћу овог цилиндра, уз хиљаде упумпавања, могли бисмо да створимо исти притисак у овој челичној боци.



Дакле, уз довољно времена, могао бих да створим еквивалент бомбе (што би ово постало кад би челична боца пукла).

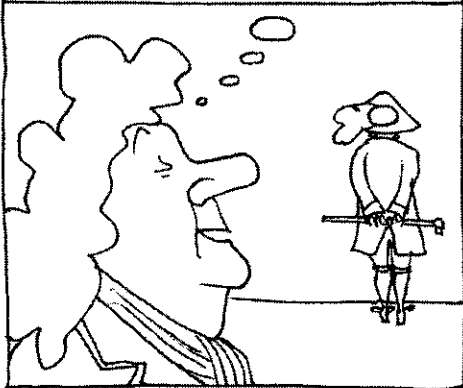


Код електрицитета, еквивалент притиска је НАПОН, мерен волтима.

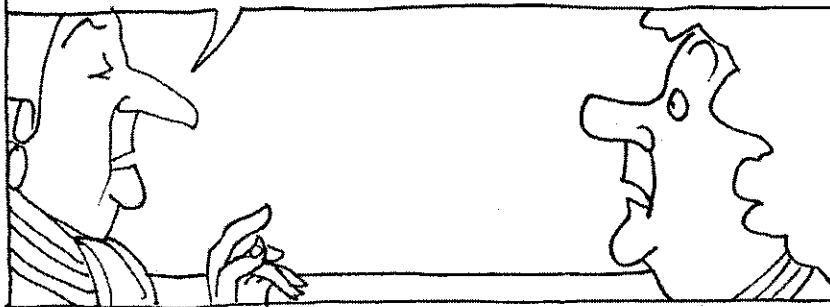
(*) ПРТИСАК је такође ГУСТИНА ЕНЕРГИЈЕ ПО ЈЕДИНИЦИ ЗАПРЕМИНЕ.



моја судбина је решена.



Остаје питање: како навести двеста непријатељских војника да се држе за руке



ЕФЕКАТ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ НАПЕТОСТИ



ОК, дакле није од користи за војне сврхе . Али свеједно јесте начин да се сачува електрична ватра заробљена у тој боци.

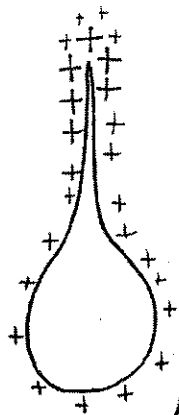
Кад је пала ноћ



Сањам ли ја то

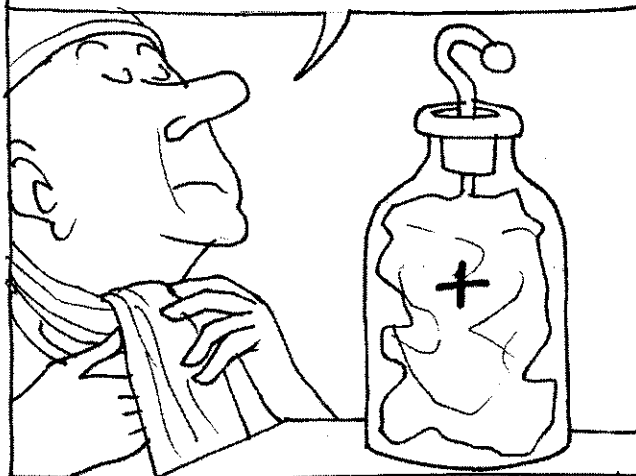
Моја боца цури на овом месту. Емитује светлост и готово је испражњена.





Под утицајем
електричног притиска
набоји се сакупљају на
тачкама напетости.

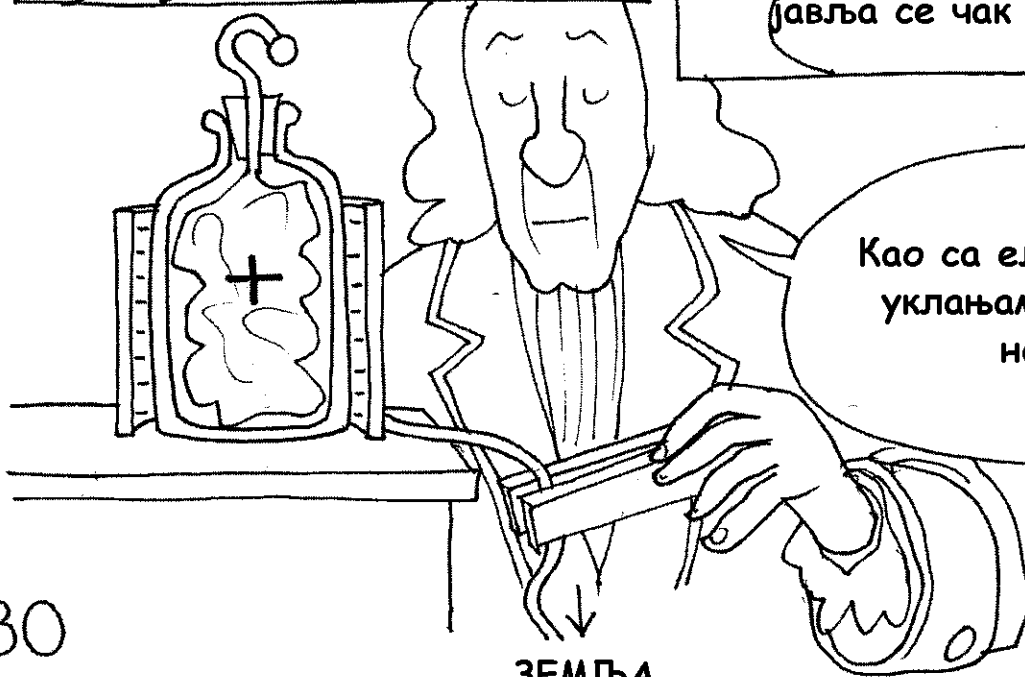
Да бих избегао ово
електрично цурење морам да
изменим своју ЕЛЕКТРОДУ



А шта ако умотам своју боцу
у лист метала?

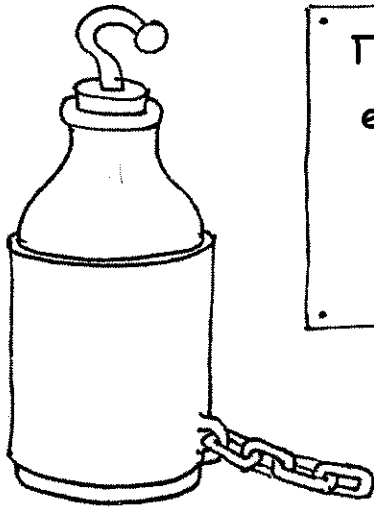


Ефекат
индукованог
наелектрисавања
јавља се чак и кроз стакло.

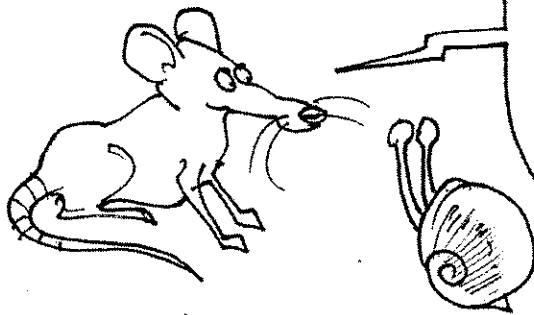


Као са електрофором,
уклањам спољашње
набоје.

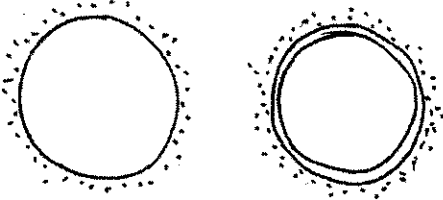
КОНДЕНЗАТОР



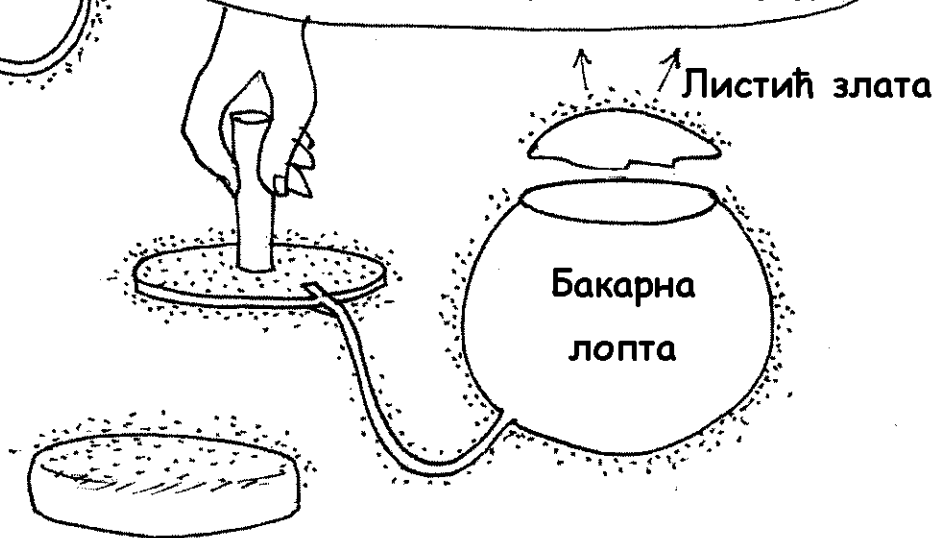
Помоћу ове спољне плоче удвостручујемо електрични набој. Тако је 1746, у лепом холандском градићу Лејдену, рођен КОНДЕНЗАТОР.



Експерименти су се наставили, све један фасцинантнији од другог. Брзо је примећено да када их пунимо на исти начин („истом волтажом“), шупља лопта и чврста лопта примају исту количину електричног набоја.

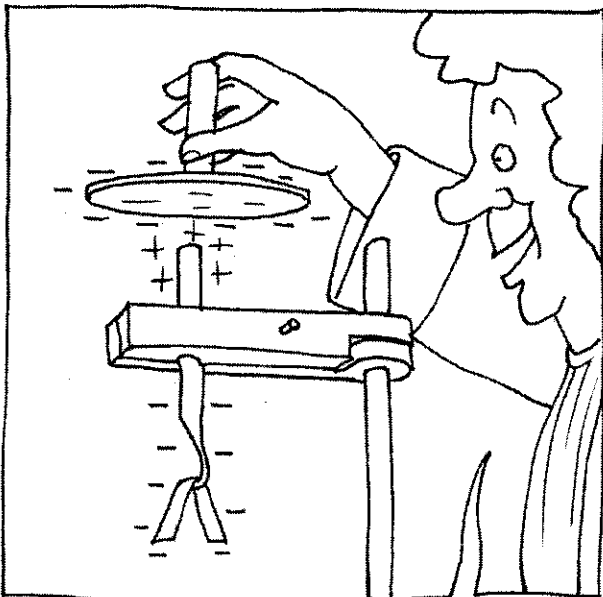


То је нормално, зато што су електрични набоји на површини, зато што се међусобно одбијају.

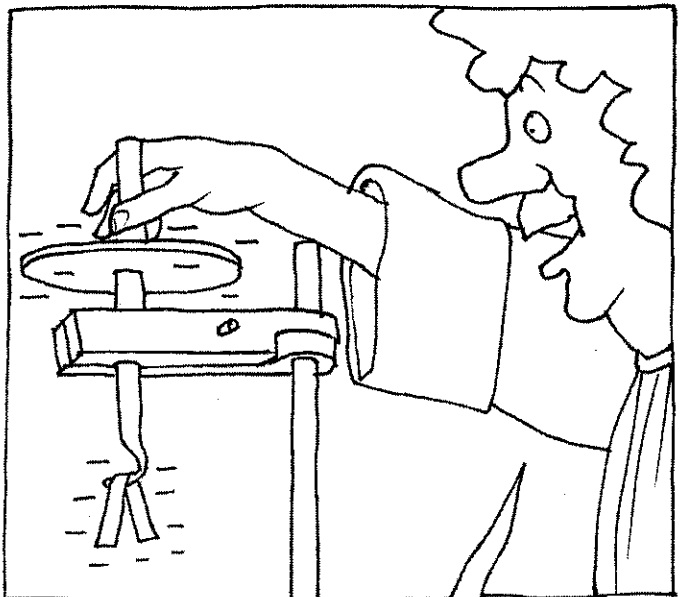


Одатле је проистекао забаван експеримент: када је шупља метална лопта наелектрисана, затворена малом капом од листића злата, овај се подигао под утицајем ЕЛЕКТРИЧНОГ ПРТИСКА

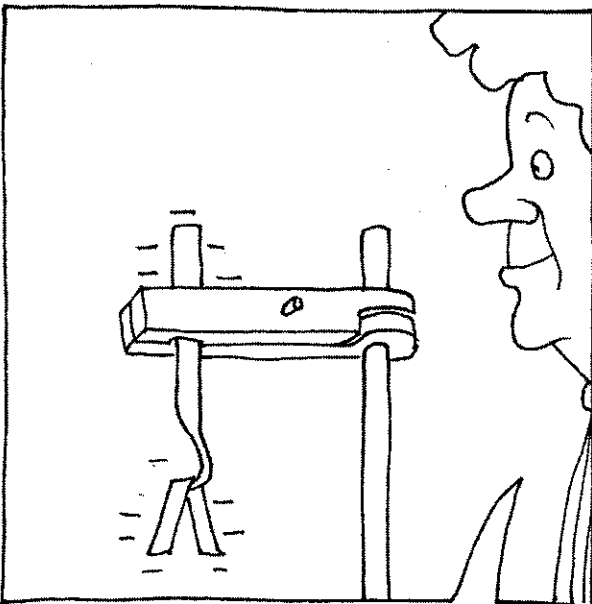
ЕЛЕКТРОМЕТАР



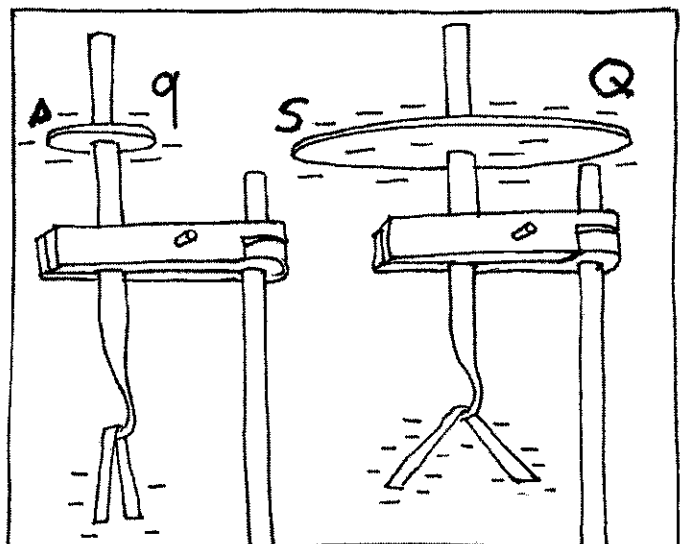
Вратимо се нашем ранијем експерименту. Прво: индуковано наелектрисавање.



Друго: неутралисање позитивних набоја или... дељење негативних набоја



Треће: уклањам наелектрисани предмет. Негативни набој остаје, што одржава листиће раздвојеним.



При коришћењу истог наелектрисаног диска смоле, ова два електрофора, са површинама s и S , носе набоје q и Q , сразмерне њима. Раздаљина међу раздвојеним листићима злата је повезана са тим.

Ова справа се зове електрометар са златним листићима. Размак између листића пружа нам представу о електричном набоју садржаном у било ком металном предмету, али не омогућава да знамо знак тог набоја.



Хоће ли задржати набој бесконачно?

Ваздух није савршен изолатор, посебно ако је влажан. Временом ће се набоји испразнити у атмосферу.

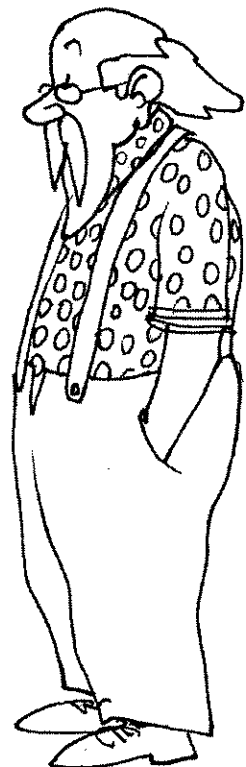


У лабораторијама, листићи злата држе се у вакууму.



Деко, разумем да можемо наелектрисати мој пластични лењир трљањем, али не разумем зашто привлачи папир.

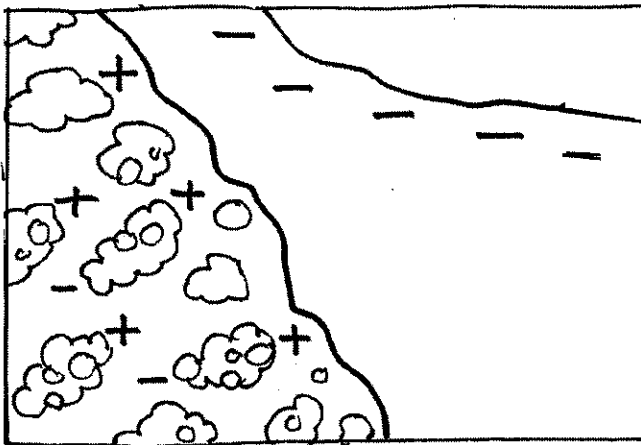
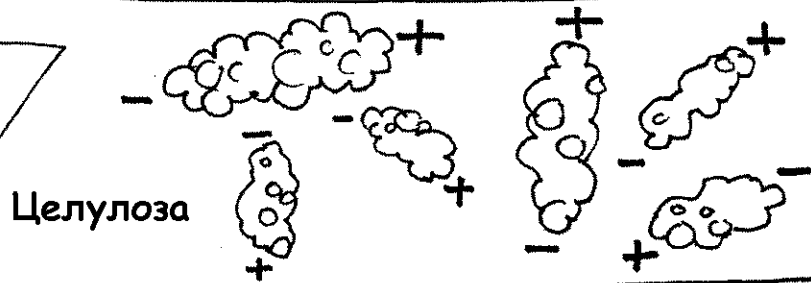
Добро питање



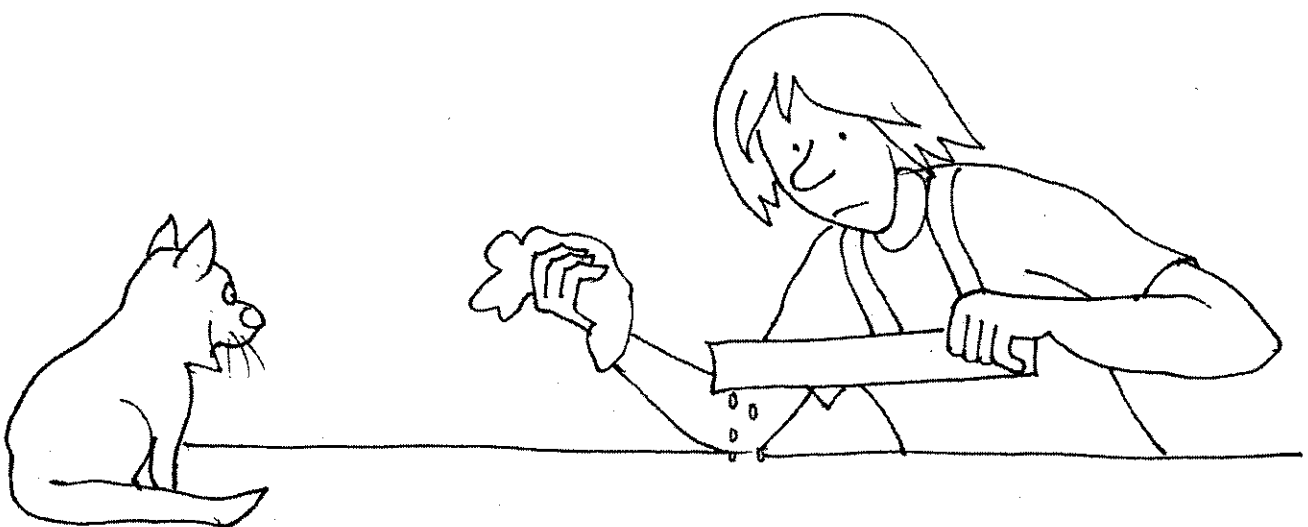
ПОЛАРИЗАЦИЈА



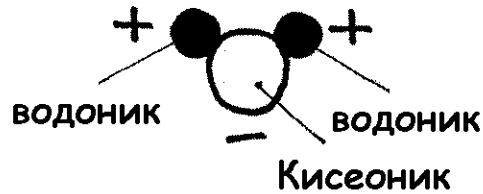
Као што сте видели, људи су у стара времена привлачили лоптице лаког дрвета, зове. Попут папира, оно садржи молекуле целулозе (*) који су у облику ЕЛЕКТРИЧНИХ ДИПОЛА са + набојем на једном крају и - набојем на другом.



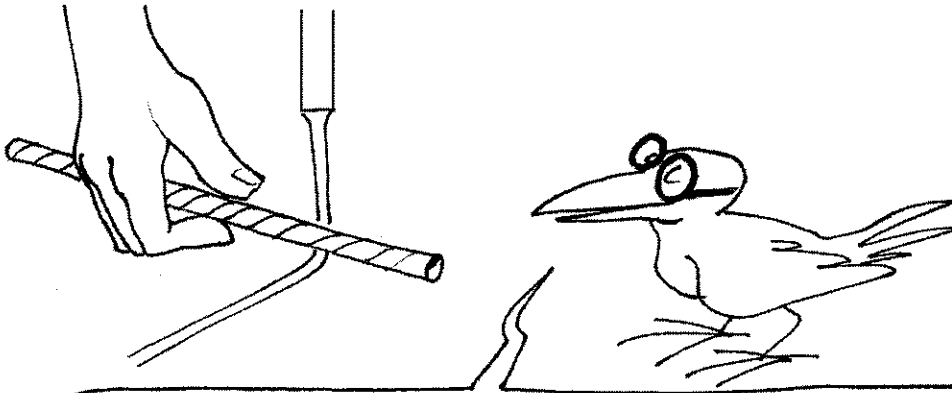
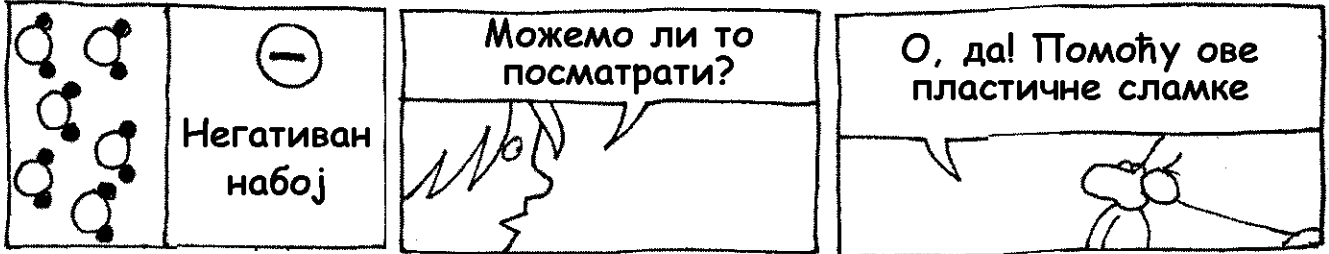
Принесени наелектрисаном предмету, ти молекули се окрећу, усмеравајући се ка предмету делом наелектрисаним супротно од самог предмета. Резултат је ПРИВЛАЧЕЊЕ.



Молекул воде је „Мики Маус молекул“



Под дејством наелектрисаног предмета, молекул воде се оријентише и резултат је привлачна сила.

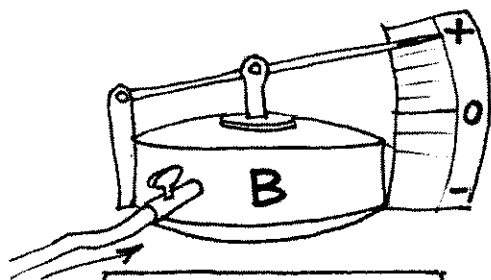


Протрљавши једну узету из фаст-фуда, оног што продаје нездраве хамбургере, и приневши је танком млазу воде, можемо га савити за 90 степени.

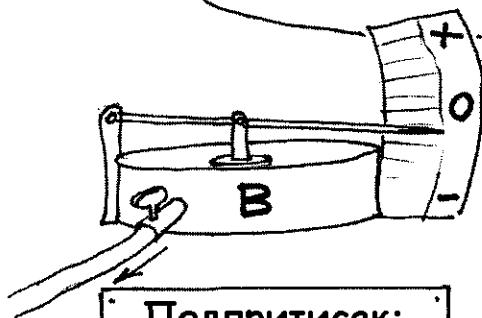




Барометар.



Надпритисак:
позитивна
тензија у
мембрани



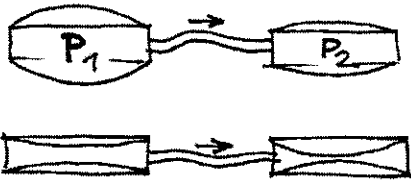
Подпритисак:
негативна
тензија у
мембрани



Добијамо гасну струју ако повежемо два простора V_1 и V_2 , где један има позитивну а други негативну тензију.

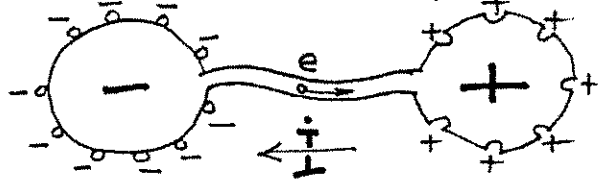


Али у ствари, оно што изазива успостављање гасне струје јесте РАЗЛИКА МЕЂУ ПРТИСЦИМА P_1 И P_2 или РАЗЛИКА У ТЕНЗИЈАМА V_1 и V_2 у та два простора.



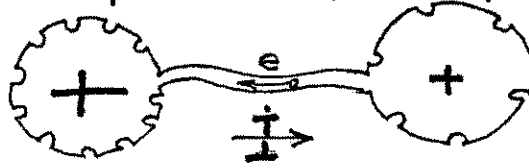
електрони

празнине



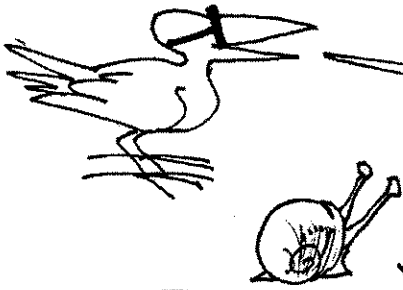
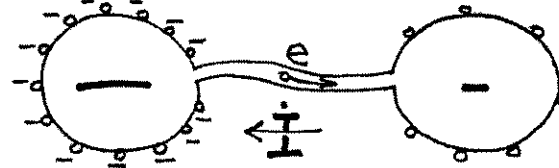
Између два простора, гасна струја ће се успоставити од вишег ка nižем притиску чак и кад су оба притиска нижа од притиска у окружењу.

много празнина неколико празнина



Што важи и за све интермедијарне ситуације.

много електрона неколико електрона



Иста та подешавања налазимо код позитивно наелектрисаних кондензатора (одсуство електрона) или негативно наелектрисаних (вишак електрона)

Да сумирамо, ток наелектрисаних честица се успоставља увек од окружења најбогатијег електронима ка најсиромашнијем. А пошто је то потпуно погрешно схваћено пре два века, остаје само да **ПРЕОКРЕНЕМО СМЕР** овог ГАСА СЛОБОДНИХ ЕЛЕКТРОНА.

Била је то баш глупа грешка. Вероватноћа 1:1...

Ако бисмо се играли и мењали смер **ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ**, имали бисмо озбиљан проблем. Одлучили смо да се не трудимо.

Можда постоје друге планете, које су направиле прави избор.

Могуће је.

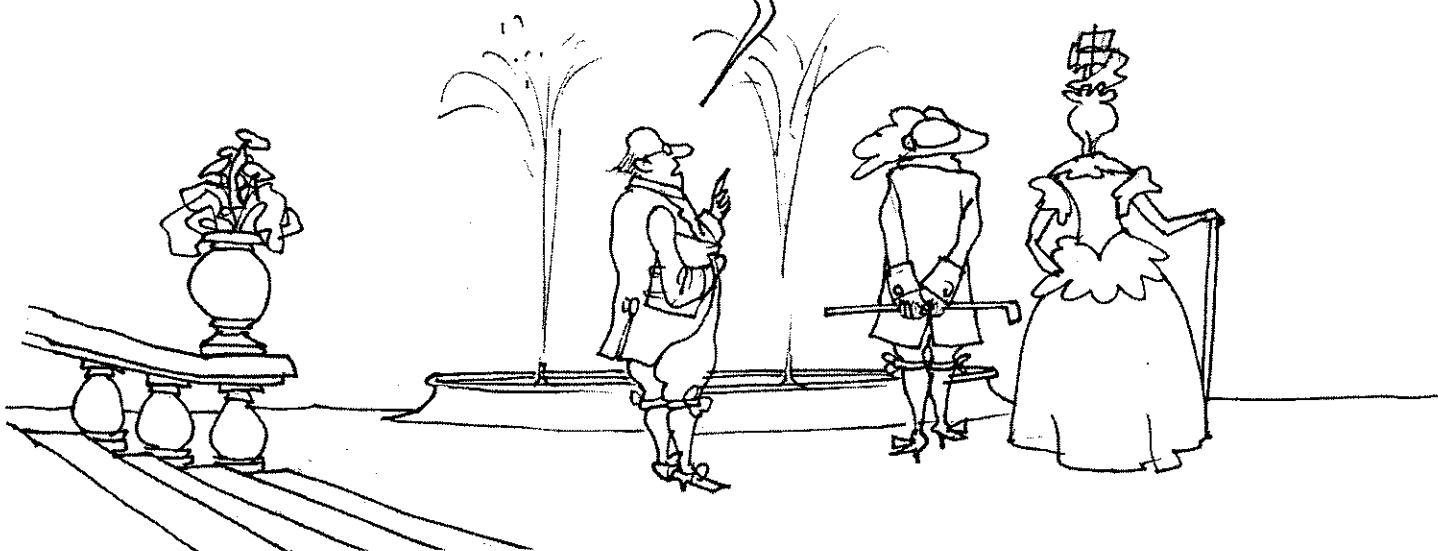


Господине, мој изум може да ради са енергијом. Тако, празнећи овај кондензатор у танку бакарну жицу, приметно сам топлоту електричне ватре.

Хоћеш рећи да овим апаратом можемо да... скувамо чај?

Нажалост, не
... (*)

Тај електрицитет очигледно нема сврху. Можда да забавља људе. Ако мене питаш, то нема будућност.



ЕЛЕКТРИЦИТЕТ У ПРИРОДИ

Бенџамин Френклин у Филаделфији 1750.

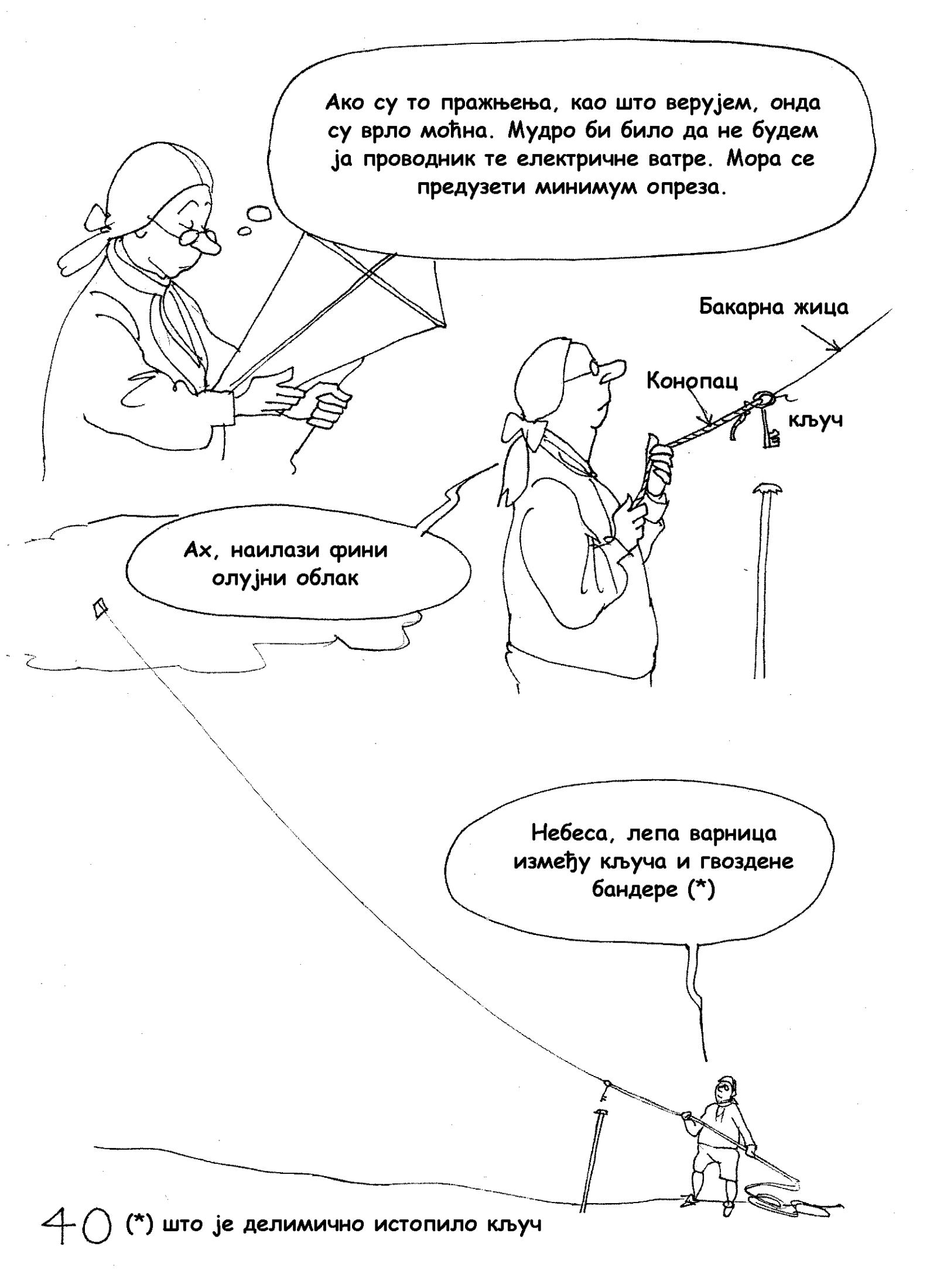


Каква чудна сличност постоји између сићушних варница које добијамо из комада сумпора и заслепљујућих муња које парају облаке. Може ли бити да су они такође наелектрисани?

Пријатељу мој, виде ли ово писмо из Лондона? Академија одбацује твоје идеје сматрајући их маштарским.



Шта би могло да наелектрише те твоје облаке? Зевсова рука?



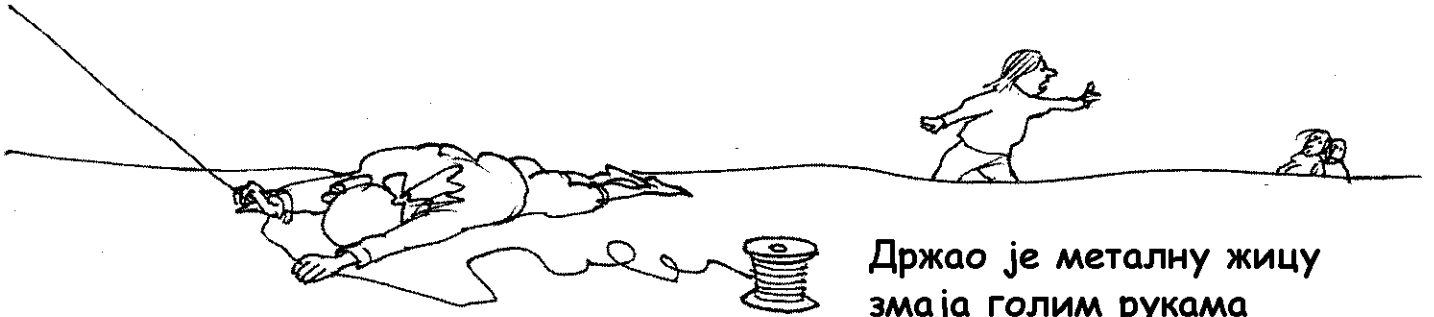
Ако су то пражњења, као што верујем, онда су врло моћна. Мудро би било да не будем ја проводник те електричне ватре. Мора се предузети минимум опреза.

Ах, наилази фини олујни облак

Небеса, лепа варница између кључа и гвоздене бандере (*)

40 (*) што је делимично истопило кључ

Бенџамин Френклин је био у праву а они који су му се ругали су погрешили, новост се проширила попут шумског пожара. Али многи експериментатори нису били тако мудри као он, па је нешто касније Георг Вилем Рихман, у Петрограду, постао прва особа погубљена струјом



Држао је металну жицу змаја голим рукама

Не играјте се са змајем по олујном времену, влажна врпца би могла бити довољно проводљива да вас убије муња.

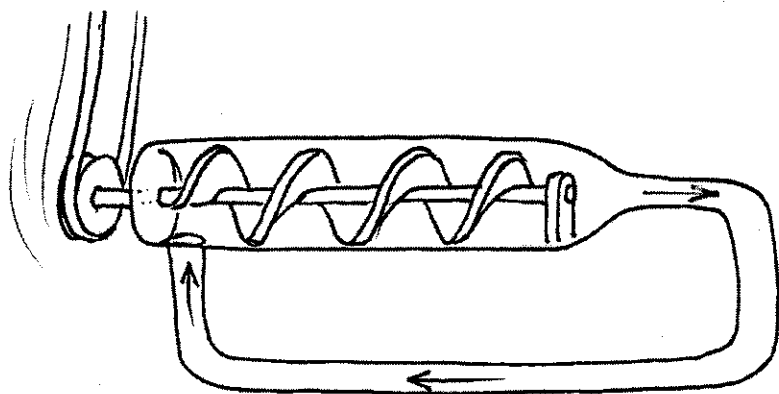
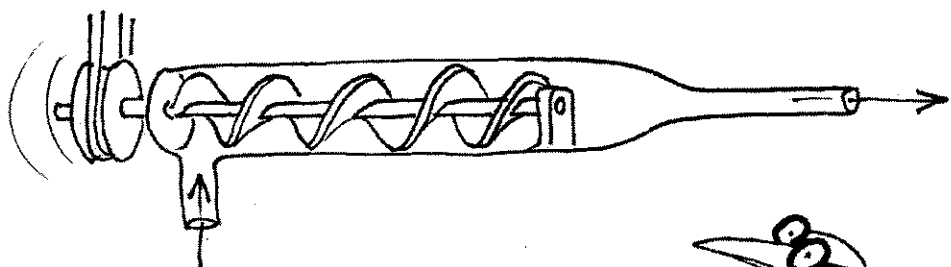
Али шта ове облаке пуни електричним набојем?

Поново је то ТРИБОЕЛЕКТРИЦИТЕТ, међусобно трење двеју супстанци. У вулканским облацима, фина прашина се ковитла по гасу. Та прашина постаје наелектрисана и моћни бљескови пролећу кроз њу. У облацима, сићушни кристали леда, кад упадну у моћну узлазну струју, наелектришу се и тако облак добија електрични набој.

Да сумирамо. Све је почело у V веку пре н. е. када је Талес, трљајући комад ћилибара, привукао мале предмете. 13 векова касније, када је у Европи почело занимање за науку, људи су трљали све што би нашли: смолу, стакло... Научили су како да накупе електричне набоје у кондензаторима, испрва ручно, а затим помоћу машина способних да изазову опасне немире. Али тек са стварањем извора ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ „електрични чаробњак“ добио је своје место у људским активностима. Први извор добијао је енергију хемијским путем. Била је то БАТЕРИЈА, коју је 1800. изумео Италијан Алесандро Волта. Затим су Грам, Зесла и многи други изумели машине које претварају механичку енергију у електричну струју.

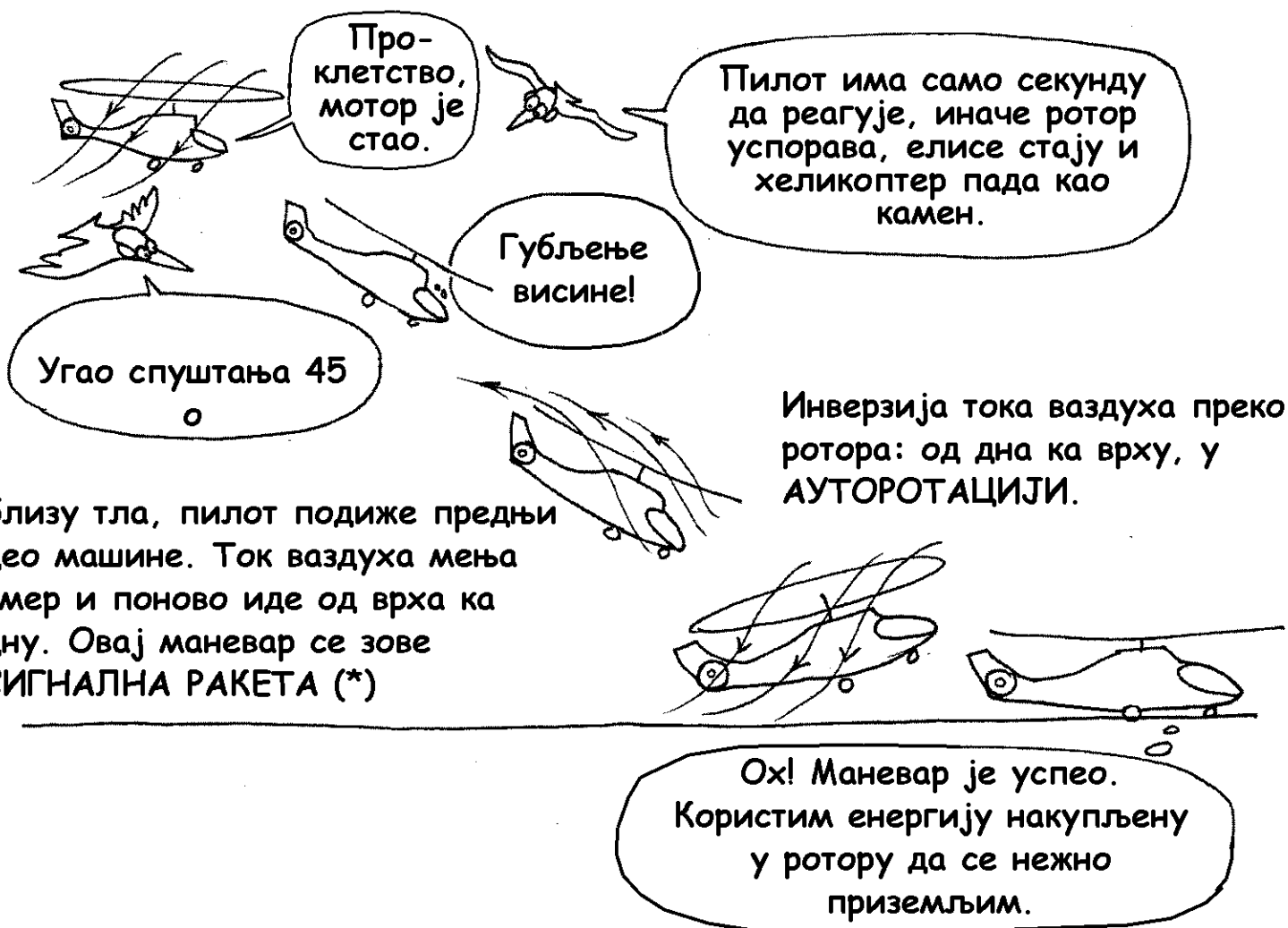
Описивање њихових принципа превазилази оквире ове књиге. Ми СТРУЈНИ ГЕНЕРАТОР можемо сматрати „електронском пумпом“. (*)

Пумпа може да непрекидно ради једино ако постоји враћање флуида који она покреће, што ће рећи СТРУЈНО коло. Иначе би радила на ничему.



ЈЕДНОСМЕРНА СТРУЈА

Извори домаће ЈЕДНОСМЕРНЕ СТРУЈЕ су (недопуњиве) батерије и АКУМУЛАТОРИ (допуњиви) које имамо у колима и који опслужују сву опрему и БЕЖИЧНЕ системе. Аутомобилска индустрија развија ХИБРИДНЕ системе или акумулаторе непрекидно допуњаване стандардним моторима, који тако раде са максимумом ефикасности и смањеном потрошњом. Аустралијанац Паскал Кретјен (*) је пионер хибридног хеликоптера, са системом који ублажава главни проблем код ових машина: оне не могу да се приземље при ауторотацији. Хеликоптер може да КЛИЗИ, на свој начин, али по цену мале ТРАНЗИЦИЈЕ.



(*) Паскал Кретјен: pascal.chretien@swissmail.org

(*) Сигнална Ракета: Бесплатно преузимање
<http://www.savoir-sans-frontieres.com>

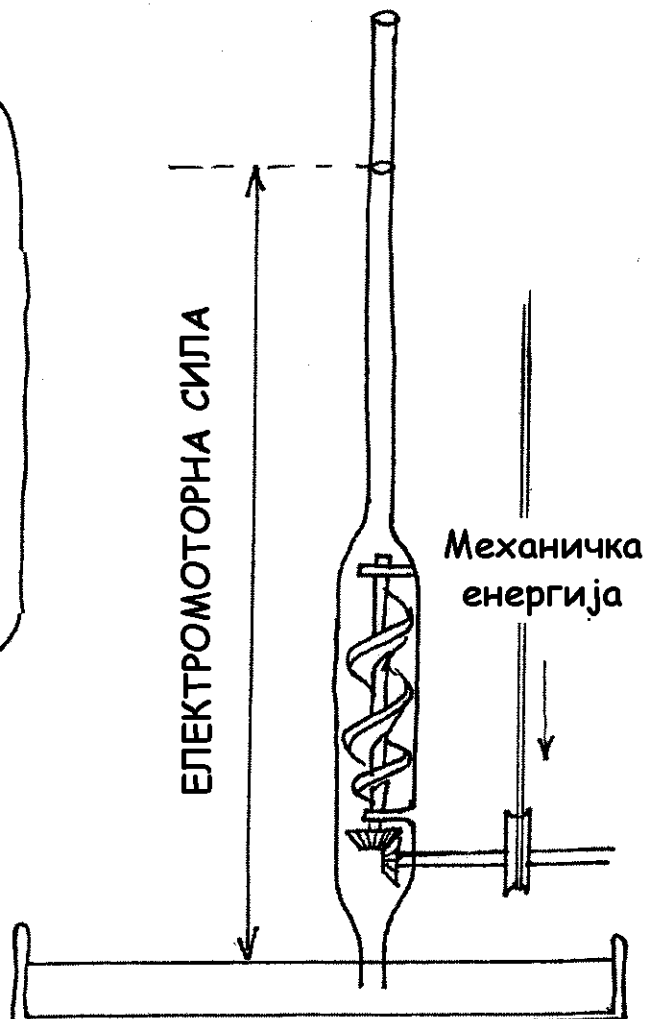
Али овај маневар се може извести једино ако на нивоу тла имамо брзину од 100 km/h, или ако је брзина нула на висини од 100 метара, или, између та два, машина је у МРТВОЈ ЗОНИ.



Ипак, највећим делом времена, пилоти раде „у мртвој зони“. Чињеница да је резерва енергије стално сачувана у батерији омогућује им да превазиђу мањкавост конвенционалног мотора, прелазећи на електрични мотор, и тако уклањајући овај ризик инхерентан хеликоптерима (*)

Вратимо се једносмерној струји.

Електрични генератор је електронска пумпа, способна да обезбеди „електронски притисак“, зван ЕЛЕКТРОМОТОРНА СИЛА. Ако упоредимо овај генератор са воденом пумпом, слика ће бити висина (једнака: притиску) до које пумпа може да подигне флуид, у „ОТВОРЕНОМ КОЛУ“.





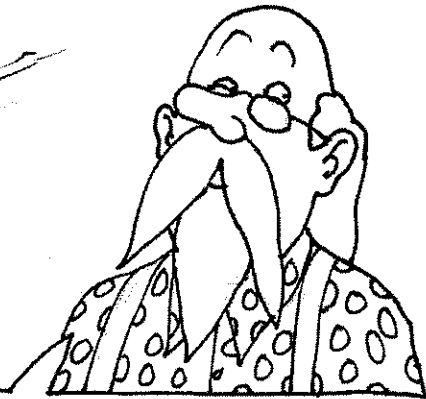
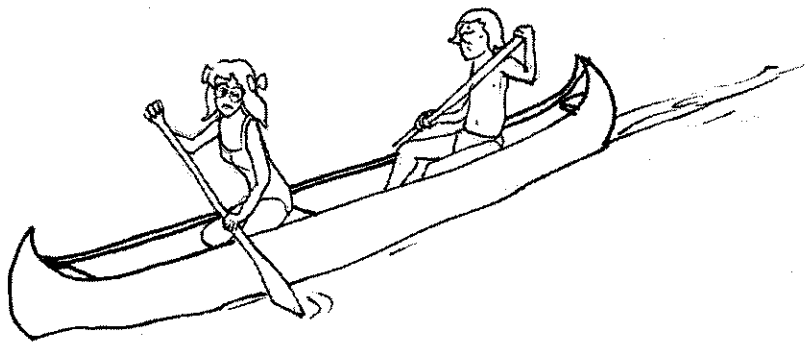
разлика у
нивоу воде
(притисак)

Помоћу црева са пресеком s и дужином L , постижемо исти проток I (аналоган струјној волтажи) повезујући га са пумпом (аналогном електричном генератору) или са два резервоара који представљају разлику у нивоу воде, идентичну са моћи подизања пумпе (која је аналогна ЕЛЕКТРОМОТОРНОЈ СИЛИ)

Остајући при хидрауличној аналогји, шта ограничава проток воде I у датој цеви, за разлику нивоа воде V , такође фиксну (или улазни притисак који производи пумпа)?

То је ТРЕЋЕ воде о зидове цеви.

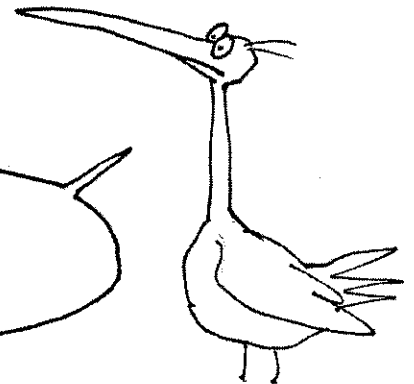
Хоћеш рећи да вода трља...
унутрашњост цеви?



Када веслате у кануу на језеру, ти и Софија морате снажно да гурате весла да би надјачали трење воде о кану. А када престанете да веслате, ваш кану се брзо зауставља, зар не?

Док то радите, користи се ЕНЕРГИЈА, она се ПРЕНОСИ на течност.
Након тога, где она одлази? Шта постаје?

Па, ствара вртлоге. Назовимо је турбулентном енергијом.



Да, али ти вртлози нестају. Дакле, ШТА та енергија постаје на крају?

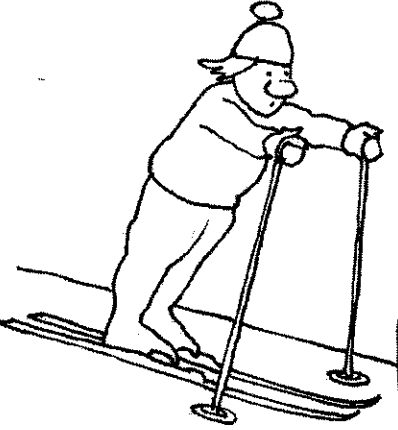
Она се претвара у ТОПЛОТУ.
Веслајући, ви у ствари загревате воду језера. Не много, пошто вода има велики КАЛОРИЈСКИ КАПАЦИТЕТ.



Трење је појава помоћу које природа претвара механичку енергију у топлотну енергију, топлоту. То се дешава кад трљамо руке. Чак можемо да истопимо лед трљајући га.



Озбиљно?




Када си на благој скијашкој стази и треба да мало притиснеш да би почео да клизиш, то није зато да „одлепиш скије“ већ да отопиш танак слој снега који је у додиру са скијама, помоћу топлоте добијене трењем. Дакле, не скијамо се по снегу већ по танком филму воде, која се одмах затим поново замрзне.



То ми даде идеју.

Мари, јеси ли знала да мешајући мајонез кашиком повећаваш његову температуру?



О, не много, јер он има висок калоријски капацитет.

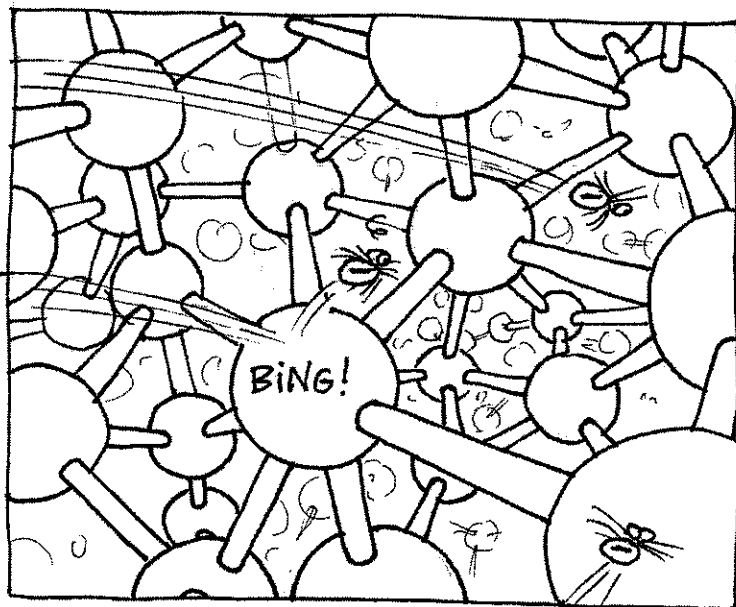


Какве везе то има са електрицитетом?

ОТПОР



Нећеш ми ваљда рећи да се електрони који се крећу кроз електричну жицу тару о њен изолациони омотач.



Фиксирана мрежа атома метала формира препреке које успоравају напредовање електрона. Пошто се стално сударају са тим препрекама, они им преносе енергију.



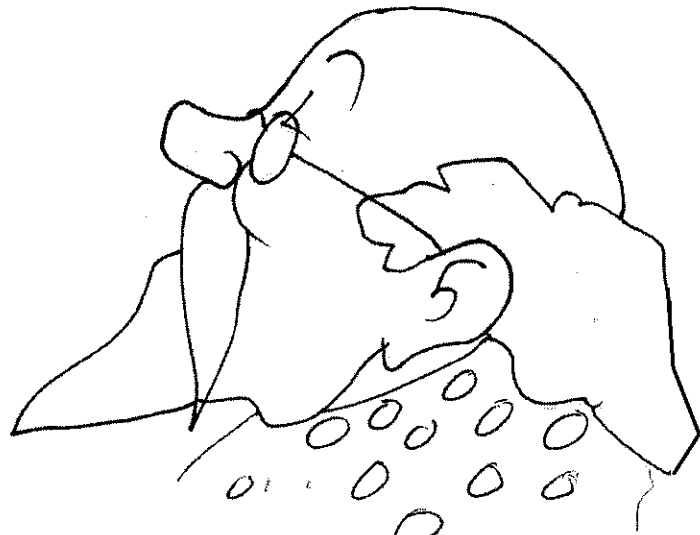
Али како атоми метала могу да приме енергију кад не могу да се крећу?

Цела мрежа почиње да вибрира.



Кад наслоним гвожђе на образ, не осећам да вибрирају никакви атоми.

Да, али атоми твог образа то осећају.



Да добијемо потпуну аналогију између електрицитета и хидраулике, требало би да натерамо течност да циркулише у ППОРОЗНОЈ СРЕДИНИ, чија порозност одговара ППРОВОДЉИВОСТИ (*) материјала који је ППРОВОДНИК електрицитета.



Разлика притисака ($P_1 - P_2$) одговара разлици потенцијала ($V_1 - V_2$), а проток СТРУЈАЊА ФЛУИДА одговара ЈАЧИНИ I електричне струје.

Дакле питање је: код разлике притисака $V = P_1 - P_2$, са цеви чија је порозност $\pi = 1/\rho$, дате дужине L и пресека S , колика ће бити I ?

Дужина L пресек S

- 1) Што је већа порозност π (или електропроводљивост σ), већи је проток (електрична струја)
- 2) Што је дужа цев, више течности (или електрицитета) може да прође
- 3) Што је мањи пресек: иста ствар

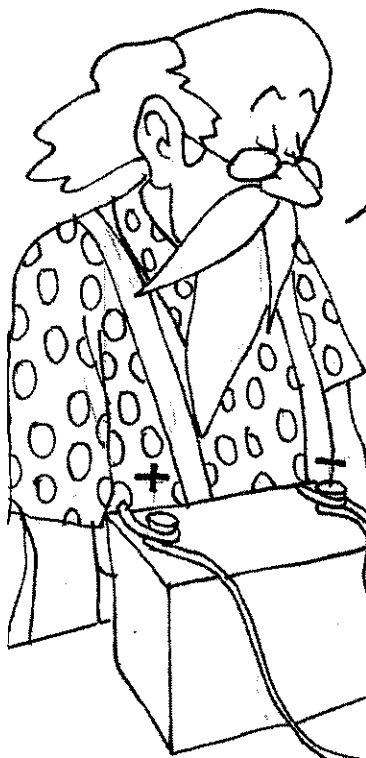


Шта би рекао о закону попут:

$$\text{Проток } I = \frac{\text{разлика притиска } (P_1 - P_2)}{\text{отпорност } \rho \times \text{дужина } L / \text{пресек } S}$$

Врло леп закон. А шта добијамо кад га пренесемо на електрицитет?





Код електрицитета, формула је еквивалентна у сваком погледу:
 I (јачина струје) = $(V_1 - V_2)$, разлика потенцијала подељена са ОТПОРОМ ($\rho L/s$)

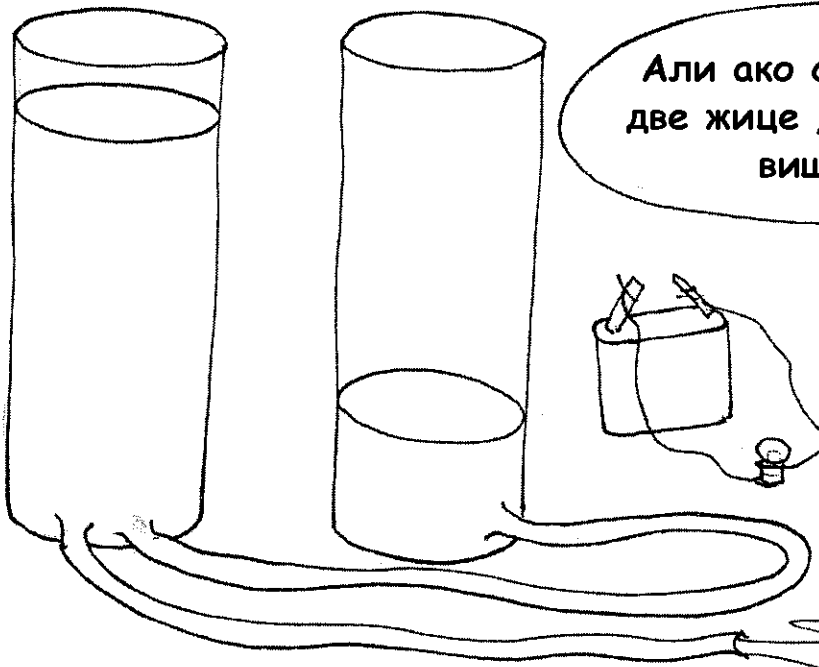
Другим речима, отпор кретању течности кроз цев рачуна се помоћу формуле у сваком погледу сличне оној помоћу које израчунавамо електрични отпор у жици.

R

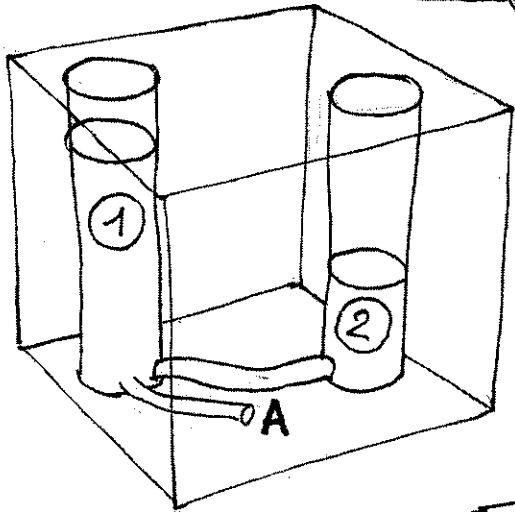
Стани. Нешто не разумем у овој хидрауличној аналогији. Да би течност протичала кроз цев нису потребна два резервоара различитих нивоа.



Али ако ставимо једну од две жице „у ваздух“, струја више не тече.



Заборављаш нешто: ваздух није ПРОВОДНИК, већ ИЗОЛАТОР. Да би комплетирао аналогију, морао би да потопиш уређај у пластични материјал, плексиглас.



Течност садржана у примаоцу 1 не може да истече кроз рупу А.

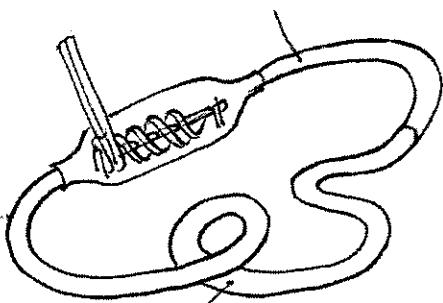
УНУТРАШЊИ ОТПОР



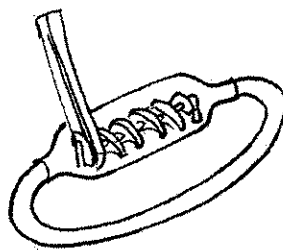
Али ако ја направим КРАТАК СПОЈ ових металних делова батерије, зар не би требало да дође до јаке струје и моменталног пражњења?

Не, зато што сваки генератор струје, шта год он био, поседује унутрашњи отпор, који намеће горњу границу струје коју може да произведе.

УНУТРАШЊИ ОТПОР



СТОЉАШЊИ ОТПОР



ОПАСНОСТИ ЕЛЕКТРИЦИТЕТА

1780

Мама ми! Жабље ноге се крећу под дејством струје.

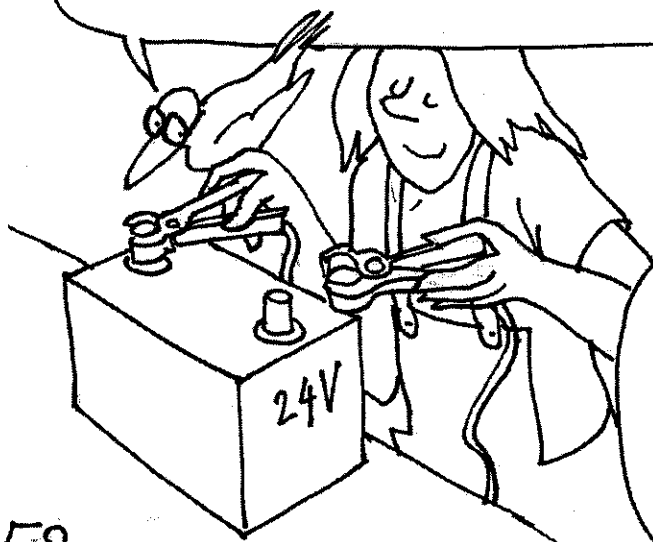
Да. Пре но што је Алесандро Волта изумео БАТЕРИЈУ, Луиђи Галвани је открио да се мишићи грче кад слаба струја протиче кроз њих.



?!?

Што важи за жабе важи и за људе, и пужеве.

Ако додирнемо извор струје од 50 волти, то није опасно, под условом да су нам руке потпуно суве.



Људско тело садржи многе делове који добро проводе струју: нерве, крвне судове, мишиће, утробу. Испод 50 волти кожа се понаша као изолатор.



Ове промене проводљивости користе се у **ДЕТЕКТОРИМА ЛАЖИ** (људи се зноје кад лажу или кад емотивно реагују), као и у секти **САЈЕНТОЛОГА**, која ову опрему зове **ЕЛЕКТРОПСИХОМЕР**.

Оштећење тела зависи од јачине струје. Хиљадити део ампера изазива лагано голицање. Са неколико стотих делова ампера, струја преузима контролу над мишићима. Руке остају приковане за жице, дијафрагма је **УКОЧЕНА**, дисање блокирано, што доводи до смрти. При десетом делу ампера срце стаје или куца аритмично (фибрилација).



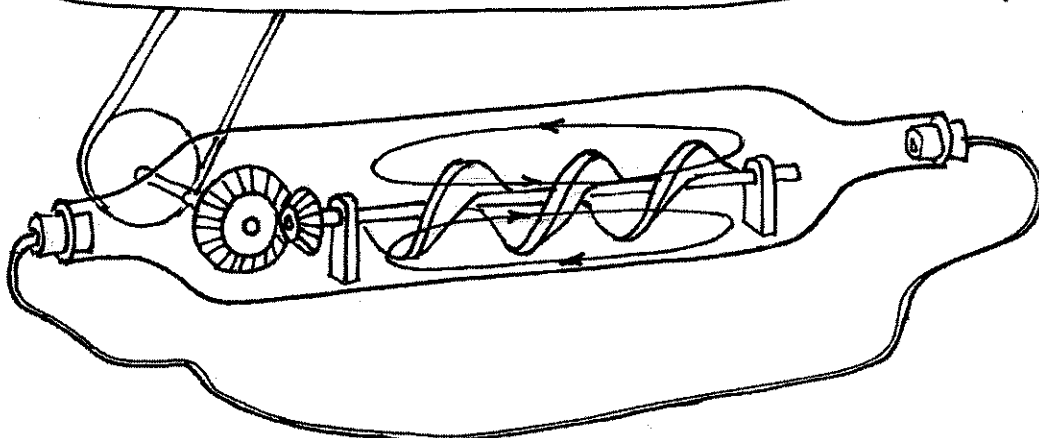
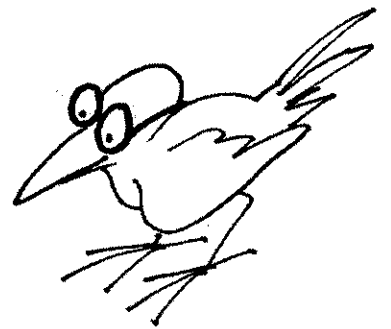
Нешто ми није јасно. Ево извора струје (***) од неколико хиљада волти, а само голица.

(*) У Француској 200 људи годишње погине од струје
 (***) „Румкорфов калем“

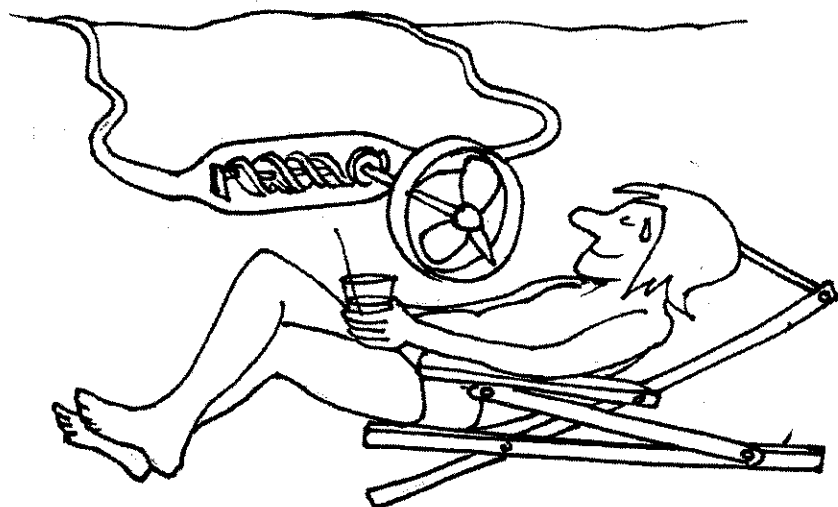


ГУБИЦИ У ПРЕНОСУ

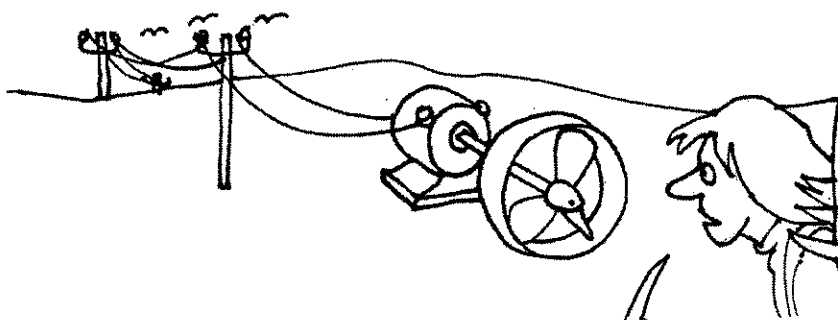
Наша пумпа није случајно дизајнирана. Архимедов шраф не додирује унутрашњи зид, што значи да чак и при константној брзини окретања производ зависи од трења у цеви, које се супротставља ОТПОРУ према флуидном ТОКУ. Ако се пумпа повеже са екстремно танком цеви, производ ће тежити нули.



Пренос струје на велике даљине омогућава многе радње. Грејање, осветљење (грејањем жице у сијалици), производњу механичке енергије помоћу ЕЛЕКТРОМОТОРА



Ако је проводник веома дугачак, он ће представљати такав извор трења да ће се струја једва кретати. Сва енергија ће се расути током трења и послужити само да загреје околину, изгубиће се током пута.



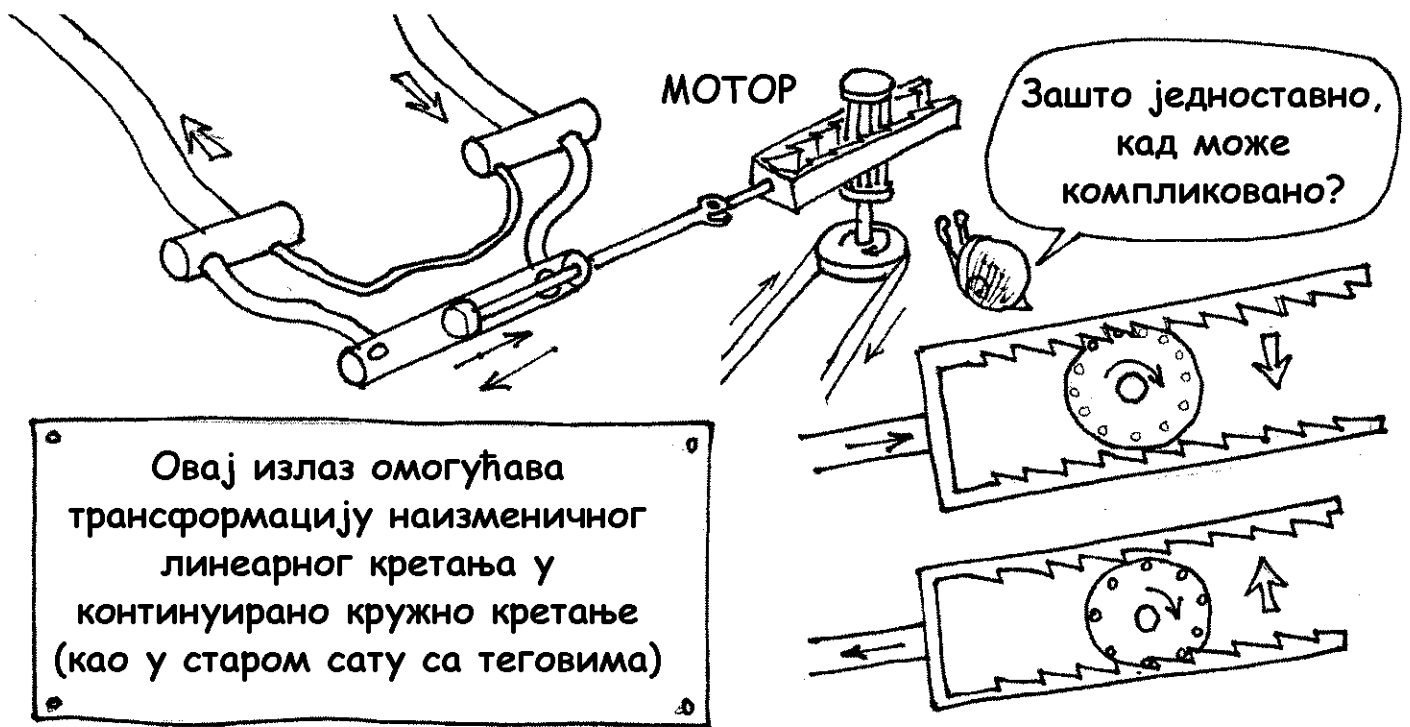
Мој извор **ЈЕДНОСМЕРНЕ СТРУЈЕ** је удаљен око сто километара. Отпор кабла који је доводи до мене је толико велики да она једва пролази.

Ако у било какве електричне инсталације доводимо 220 волти једносмерне струје, сва енергија ће се изгубити на путу.

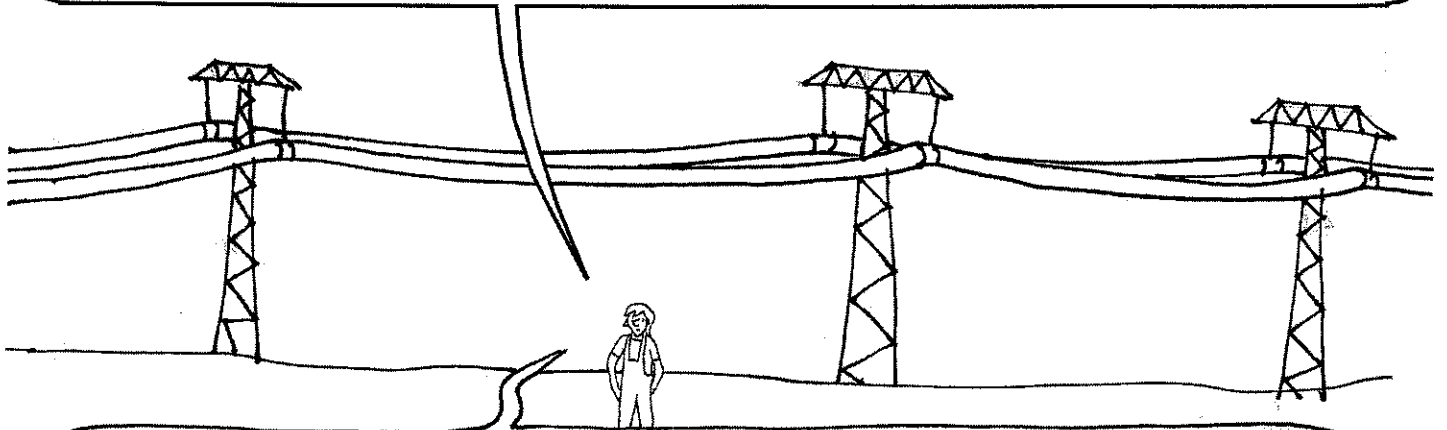


Открио сам начин да пренесем електрицитет на велике даљине користећи **НАИЗМЕНИЧНУ СТРУЈУ**.

Мислите ли да ће то ишта променити?



Мислио сам да **НАИЗМЕНИЧНА СТРУЈА** омогућава лакши **ТРЕНОС ЕНЕРГИЈЕ НА ДАЉИНУ**, али чак и тако, све се губи успут због трења, па на крају само грејем птице.

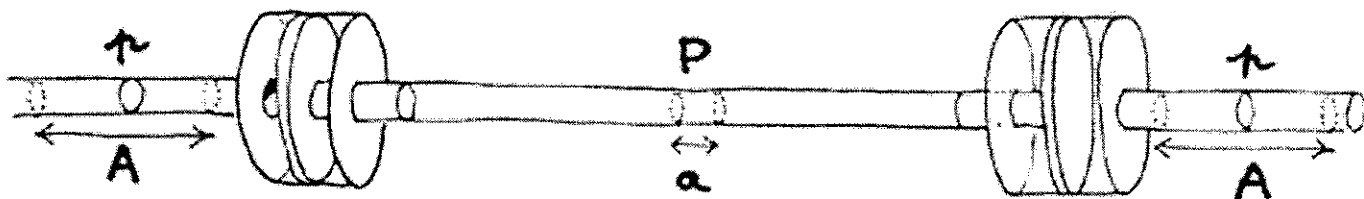


Треба смањити губитке услед трења, дакле амплитуду кретања мог флуида напред и назад, што ће рећи, при константној фреквенцији, производ, или, другим речима, **ЈАЧИНУ**. Али ако смањимо овај производ-јачину, шта се дешава са **СНАГОМ**?

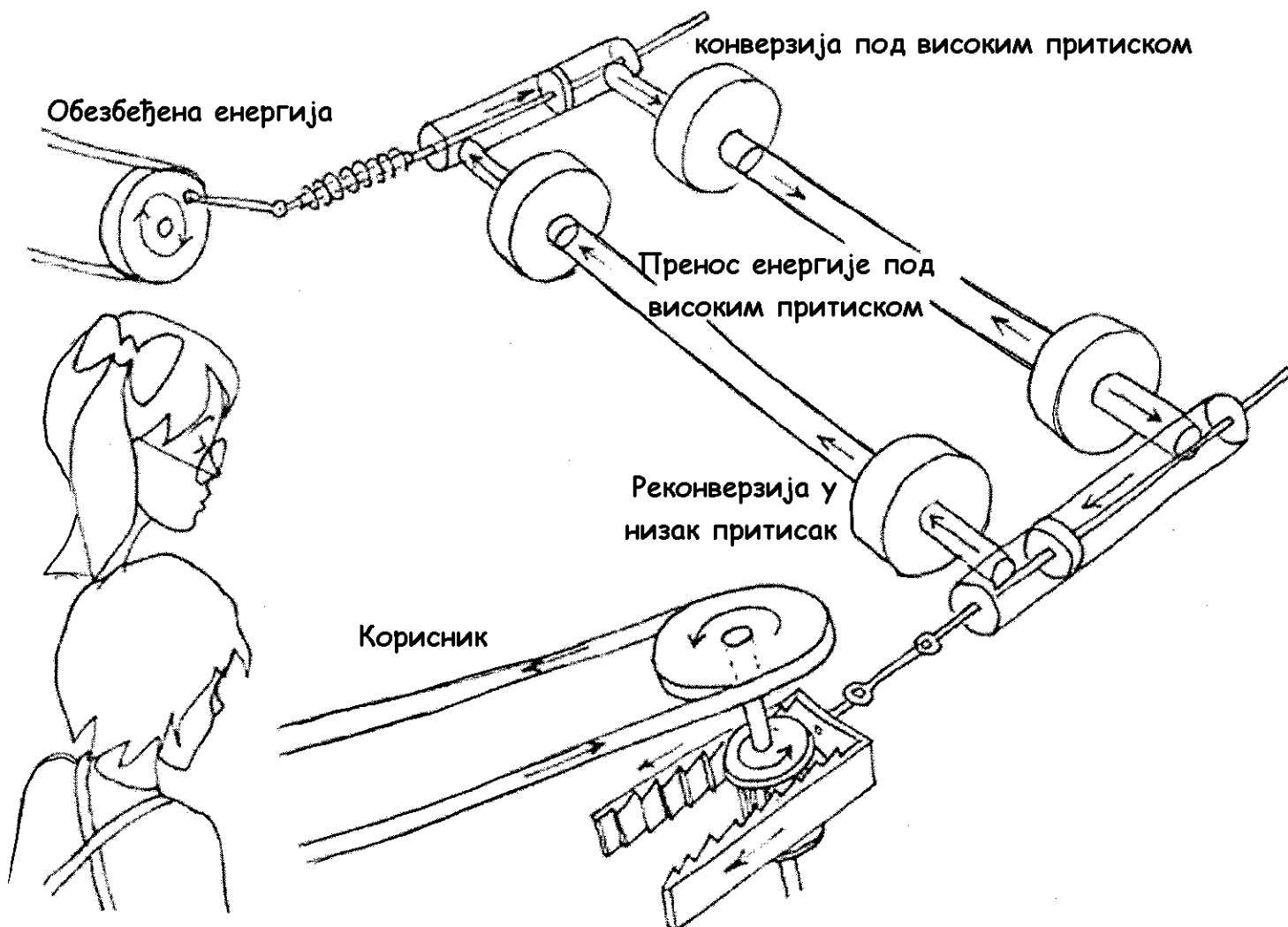


Заборављаш нешто, Арчи. Притисак није само сила по јединици површине, већ и **ГУСТИНА ЕНЕРГИЈЕ ПО ЈЕДИНИЦИ ЗАПРЕМИНЕ**. Ако смањиш запремину производа I повећавањем притиска, можеш очувати ток енергије.

Решење је РОНИЛАЧКИ ЦИЛИНДАР, који претвара велико померање A , при ниском притиску p , у мало померање a , при високом притиску P .



Ова формација не мења количину енергије $pA = Pa$, пренесену на фреквенцији f , али како је померање флуида смањено у сваком циклусу, смањени су и губици услед трења.



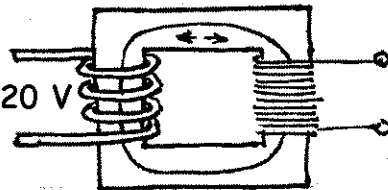
У свету електрицитета, пренос нестишљивог флуида замењен је преносом електричних набоја. У проводнику који преноси **НАИЗМЕНИЧНУ СТРУЈУ**, набоји имају кретање плиме и осеке. Реч **ЈАЧИНА** замењује реч проток, а реч **НАПОН** замењује реч притисак. **ТРАНСФОРМАТОР** конвертује струју на такав начин да је производ $V \times I$ очуван. Принцип рада, заснован на **ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ**, је ван оквира овог албума.

НАИЗМЕНИЧНА СТРУЈА И ЊЕНЕ ВРЛИНЕ

Трансформатори раде само са наизменичном струјом.

Језгро од меког гвожђа

Ниски напон: 220 V
Велика јачина



Високи напон: 400.000 V
Мала јачина



Овако изгледа ТРАНСФОРМАТОР. Ту су два кола повезана НАИЗМЕНИЧНИМ МАГНЕТНИМ ПОЉЕМ, које улази у ЈЕЗГРО ОД МЕКОГ ГВОЖЂА. Ако је извор струје (примарно коло) лево а производ (секундарно коло) десно, систем функционише као ПОЈАЧИВАЧ НАПОНА, са $V_1 I_1 = V_2 I_2$. Ако је, напротив, извор десно а производ лево, он СНИЖАВА НАПОН. То омогућава пренос електричне енергије у облику наизменичне струје у 50 периода (*) при високом напону (400.000 волти) и јачини од неколико стотина ампера, на даљине не веће од 200 км, с тим што је МРЕЖА свуда опремљена низом ЕЛЕКТРАНА.

ЕЛЕКТРАНА

Енергија: топлота (термоелектране, нуклеарне електране) Или хидроелектрична енергија, ветар, таласи, соларна енергија

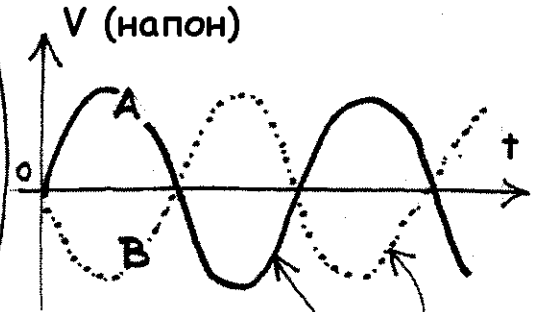


На удаљеност мању од 200 км струја се преноси при 400.000 волти

Двостепена трансформација

Далеководи од 400.000 волти доводе струју у зоне и регије. Затим је водови од 20.000 волти доводе до мањих градова и делова великих градова. У последњем степену трансформатори величине веш-машина, на бетонским стубовима, опслужују по десетак кућа.

Све то делује баш једноставно. Само ставимо две жице, које раде супротно једна другој, у електричну утичницу. Када једна добије позитиван напон, друга има супротан напон, и све тако, 50 пута у секунди.



Није тако једноставно. Шта бива ако део вода погоди муња?

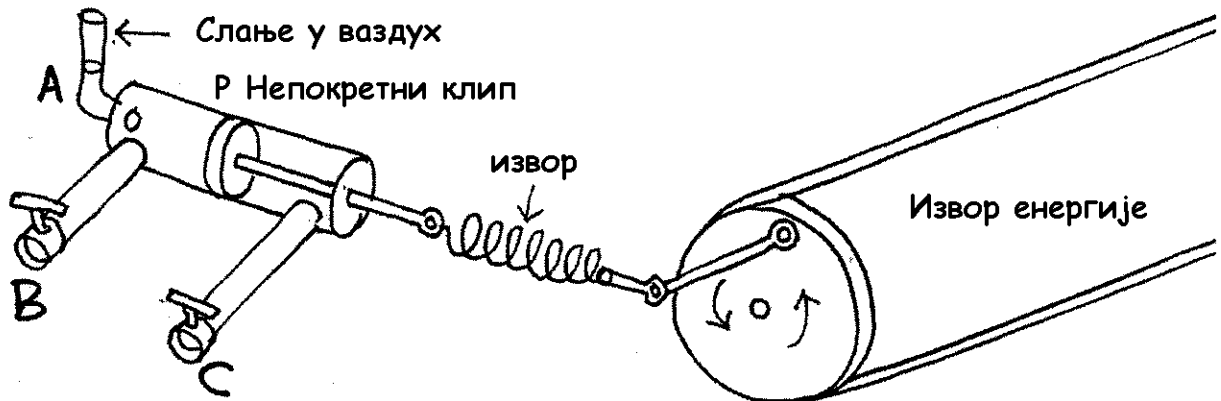
МУЊА је нешто што се мора узети врло озбиљно (*). То није лабораторијски оглед. Ако се вратимо на хидрауличку аналогију, то је као да чекићем жестоко звекнемо цев која преноси течност: право растурање.



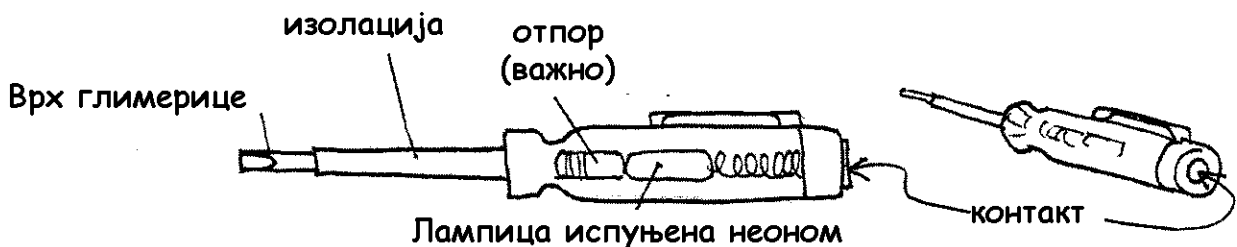
Скандинавци би то описали као Торев чекић.

Да ли је електрични флуид НЕСТИШЉИВ?

Код струје, оно што зовемо ЗЕМЉА јесте огромни кондензатор где се набоји могу послати, или узети, без промене њиховог НАТОНА, и којем дајемо арбитрарну вредност нула. У хидраулици, еквивалент је огромна запремина, чији ПРТИСАК можемо да мењамо. Узмимо... атмосферу. Уземљење је дакле СЛАЊЕ У ВАЗДУХ.



Ето објашњења мистерије коју врло мало људи разуме. Твоју утичницу напаја наизменична струја. Кад њу повежемо са било којим електричним апаратом, можемо употребити ГЛИМЕРИЦУ. Тада ћемо открити да само једна од две везе, ФАЗА, показује напон, а друга, НУЛА, не.



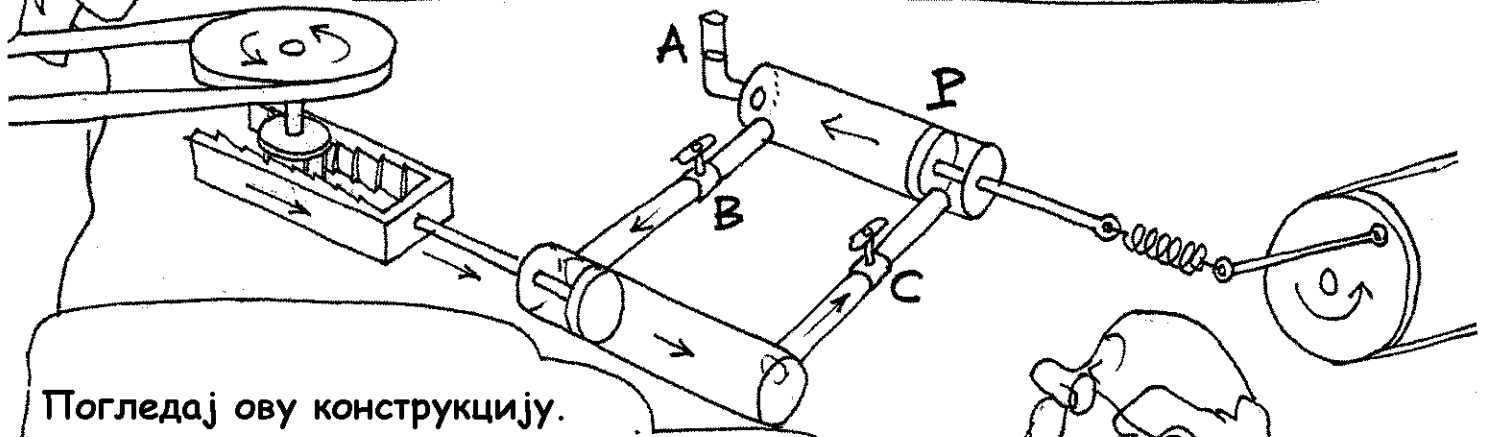
Ако погледате ову конструкцију видећете: кад су славине В и С затворене, клип Р се не може померати. Енергија се накупља у извору. Притисак у С се мења, док притисак у В остаје нула!!



Узводно од ваше утичнице, једна од две жице је уземљена, што одводи свако прекорачење напона изазвано муњом. Ваш живот зависи од ове неопходне мере.

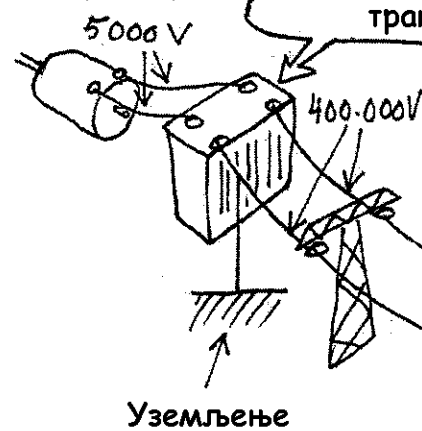


Али чим се нешто укључи, зар струја не иде право у земљу?



Погледај ову конструкцију. Славине В и С су отворене. Клип Р се креће. Али флуид не улази у А јер се креће у затвореном колу и НЕСТИШЉИВ је. Ако нека количина флуида уђе у А, откуд она потиче? У овом случају притисци у В и С варирају, али је конструкција таква да варијације притиска могу једино опстати око вредности атмосферског притиска, било да се ради о високом или ниском притиску. Код преноса струје, уземљење значи да флукуације ниског и високог напона функционишу само око нултог напона.

Алтернатор



трансформатор

Никаква струја не пролази кроз ове земље, што само потврђује да се осцилације напона јављају око нултог напона, напона земље.

двостепени трансформатори, спуштање напона

Уземљење

400.000 V

20.000 V

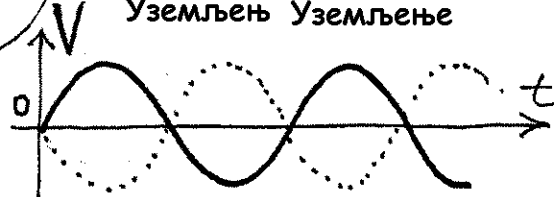
220 V

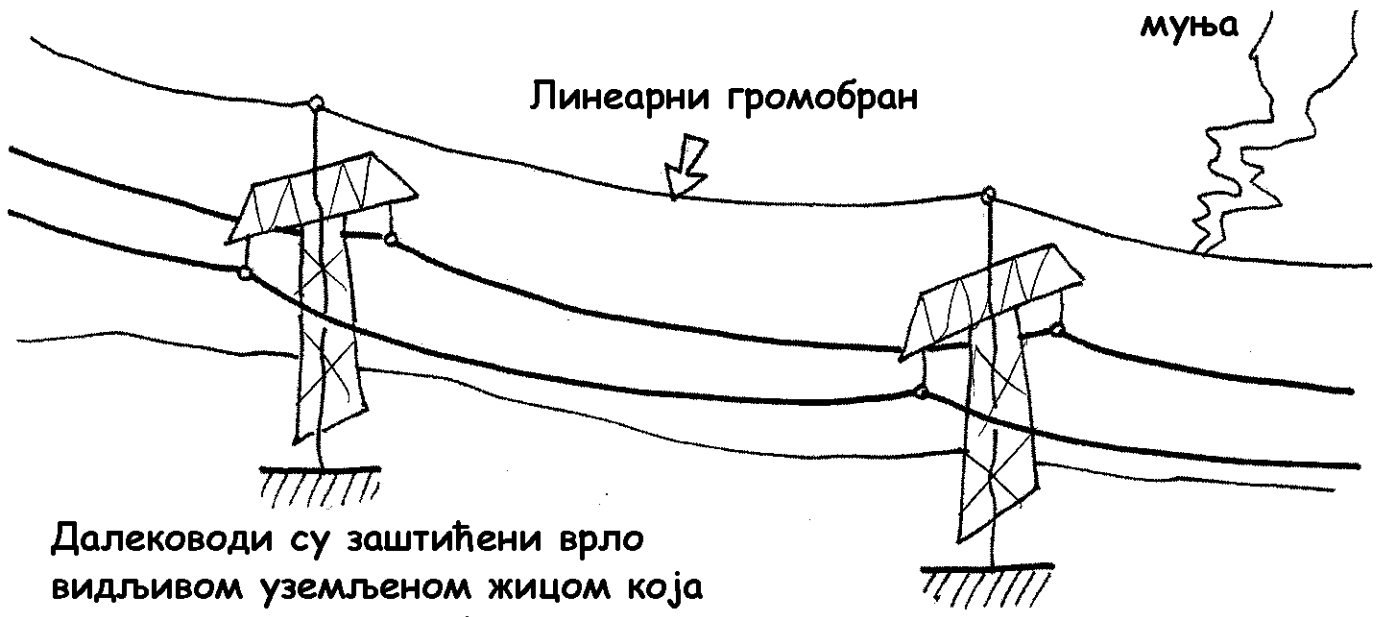
Корисници

Уземљење

Уземљење

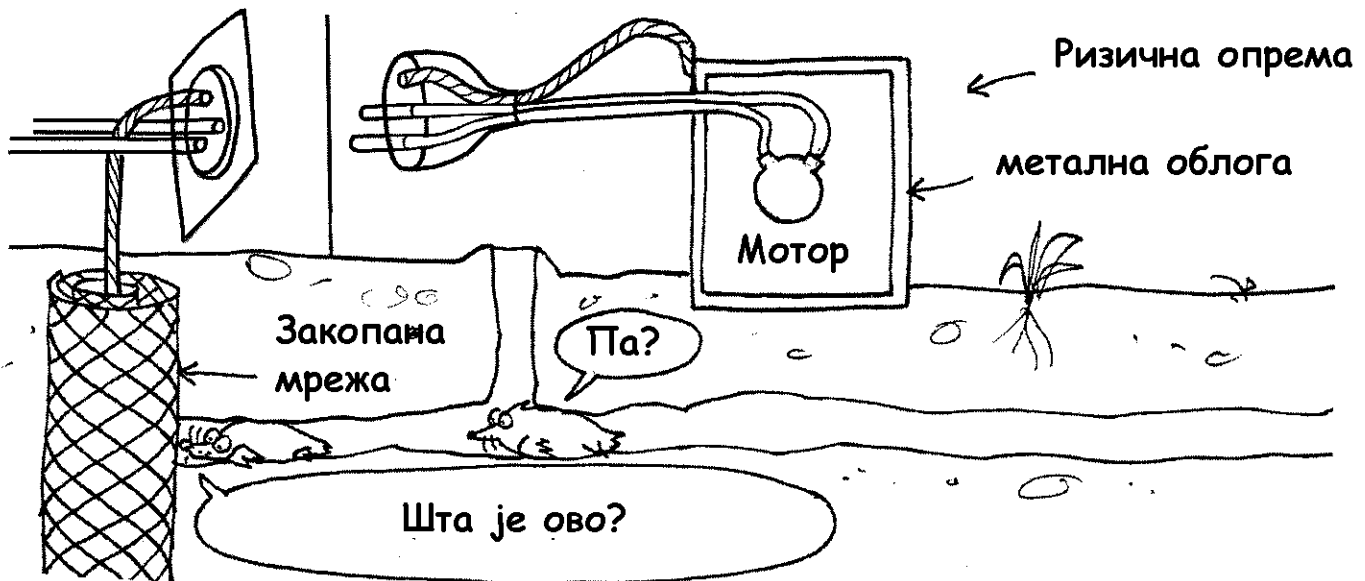
Ради безбедности људи, мора се применити додатна заштита.



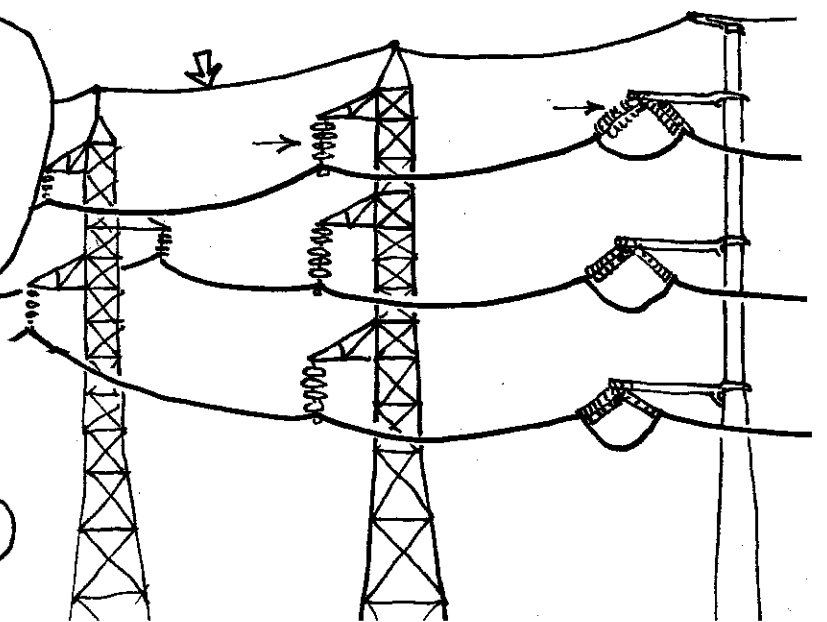


Далеководи су заштићени врло видљивом уземљеном жицом која се понаша као громобран.

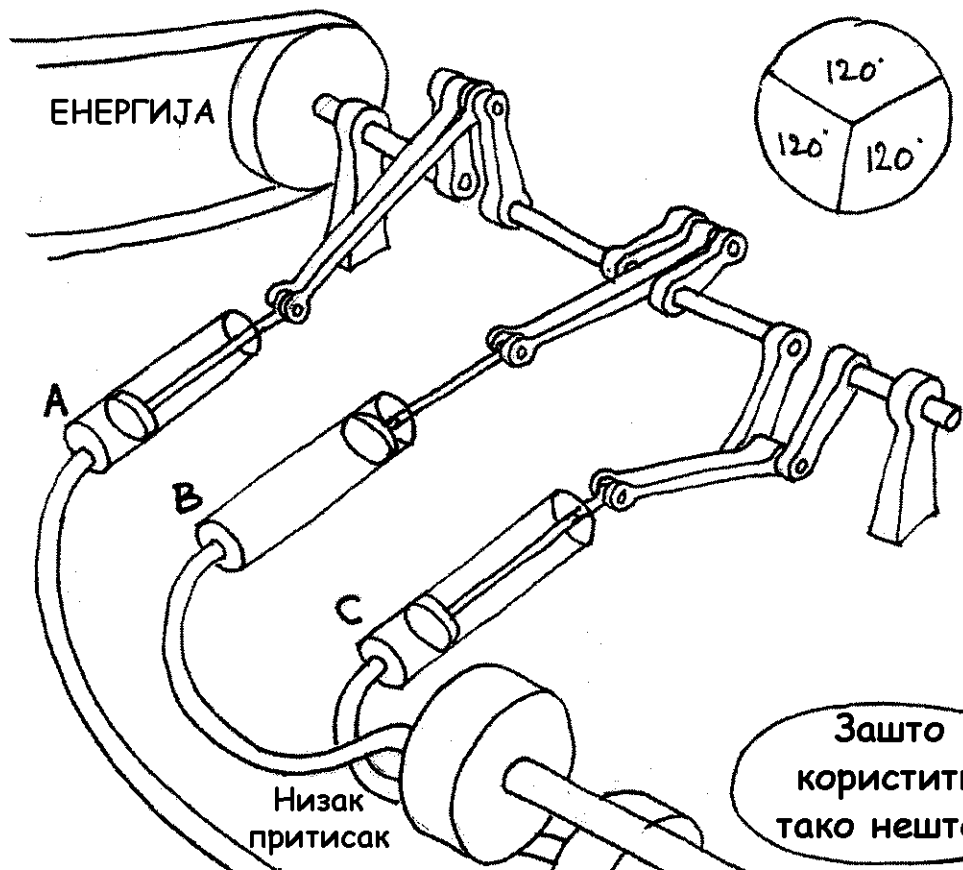
Тако се земље умножавају. У кућама је још једна земља, која је повезана са свом „ризичном“ опремом.



Ако погледате далеководе, видећете жицу која служи као громобран, то је она највиша. Али жице које преносе струју су у групама по три.



То је нешто друго.



У ствари, у алтернаторима се струја производи у ТРОФАЗИ. Сliku нам пружа ова радилица. Цилиндри, који подижу и спуштају притисак, производе наизменичне БЕЗФАЗНЕ струје. Збир тих притисака остаје константан и производи НЕУТРАЛ, који се шаље у атмосферу.

Зашто користити тако нешто?

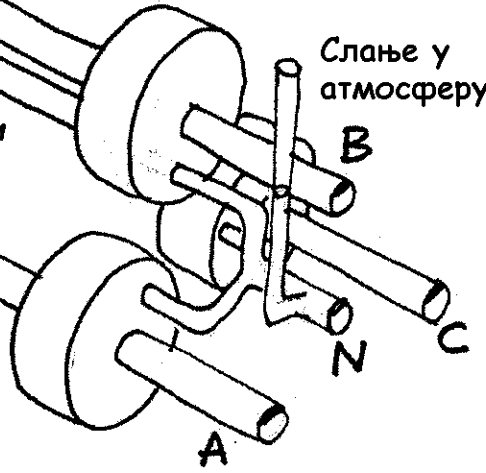


Због ЕЛЕКТРОМОТОРА. У трофазии, они увек стартују и не могу се блокирати. У фабрици, такви мотори су повезани са кабловима А, В и С. Кад ваша кућа није повезана на трофазу, електродистрибуција вас повезује на један од ових каблова и на неутрал.

Пренос под високим притиском

претварање у низак притисак

Слање у атмосферу



Дакле, ако сте пратили све ово, припадате реткој групи повлашћених који разумеју шта је ТРОФАЗА.



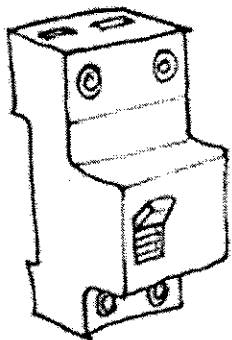
ЕТИЛОГ



Дакле сада знамо мало
више о ЕЛЕКТРИЦИТЕТУ

Помоћу глимерице можемо открити да
ли неки предмет добија струју

Научили смо да електричну опрему не треба
дирати влажним рукама, или кад су нам
стопала у води.



За крај, да споменемо
ОСИГУРАЧ. То је
електромагнетни уређај који
контролише апсолутне
вредности које пролазе кроз
инсталацију када кроз њу
протиче струја. Ако уређај
детектује разлику од 10-20
милиампера, значи да струја
негде „цури“, па је он
аутоматски искључује.

Велико хвала мом старом
пријатељу Жаку Леглану, без
чије помоћи не бих могао да
завршим овај албум.

64



КРАЈ