

**ANSELME
LANTURLU**



Energetišķai Jūsų

Jean-Pierre Petit



Vertė Judita Stepankevičiūtė

PROLOGAS

Seniai seniai buvo tokie laikai, kai žmonės nežinojo, kas yra ugnis. Jie gamindavo maistą šildydami jį saulės atokaitoje.



Kai ateidavo naktis, jie tempdavo didžiulius akmenis į savo urvus, kad galėtų šildytis akmenų per dieną sukauptą šilumą.



Miegi?

Ne, akmenys jau atšalo.



Kai ateis žiema, bus dar blogiau. Pusė genties žmonių jau pasigavo peršalimą.

Ką čia darai?

Ieškau būdų, kaip būtų galima SUKAUPTI ENERGIJĄ.



URVAS

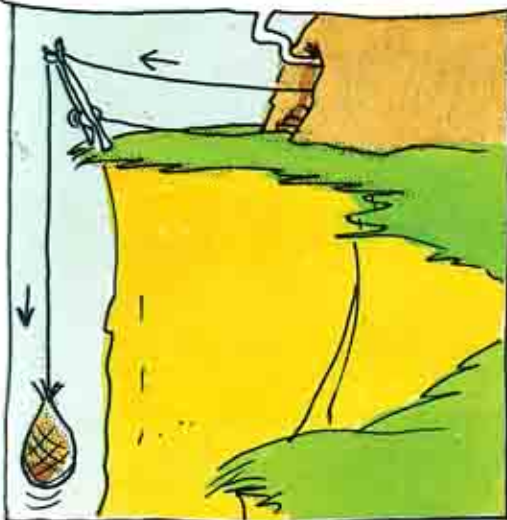
AKMENYS

RYŠULYS

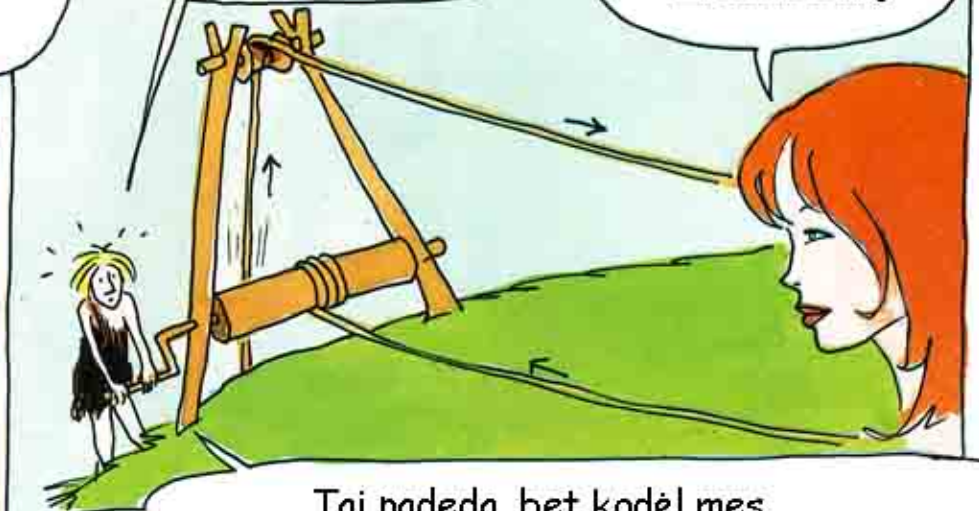
SVORIS

Tai tikrai varginantis darbas kasnakt nešioti akmenis pirmyn atgal.

Taigi aš sugalvoju sistema, kaip kiekvieną naktį užtempti akmenų ryšuli į urva.



O dieną aš nuleidžiu atsvara atgal.



Tu kaupi **POTENCIALIĄ ENERGIJĄ.**

Tai padeda, bet kodėl mes visada turim atlikti **DARBA?**

Ką dabar darai, Anzelmai?



Aš tobulinu savo **ENERGIJOS SUKAUPIMO** metoda.

Štai!



Tu nori pasakyti, kad sukaupei energija dėžės **VIDUJE?**



Sistema, kurią sukūriau, yra pavyzdys, kaip galima sukaupti **VIDINĘ ENERGIJĄ.**



Tai energija, kurią galiu transportuoti ir pakartotinai panaudoti, kada panorėjęs.

AAAAA



Sofil
Tai buvo tik
**VIDINĖS ENERGIJOS
SANKAUPA!**



CHEMINĖ ENERGIJA

Einu, sutvarkysiu urva.
Tik pažiūrėk, kiek sieros, salietros...

Ir šios medžio anglys,
likusios po gaisro
miške, kuri sukėlė
Dievas Perkūnas.



Jei nesutvarkysiu urvo,
Sofi mane užmuš!



...dar šis didžiulis
akmuo liko



Sofil Aš atradau kai ką
Šiuose **JUODUOSE MILTELIUOSE**
slypi **ENERGIJA**.



Mes galėsime ją panaudoti urvo
šildymui ir maisto gaminimui!



Tu pamatysi...

Gerai, bet jei nori mano nuomonės,
tai nėra labai paprasta naudoti.



Negi turėčiau
tai pamiršti?



O jei mes
sumaišytume miltelius
su smėliu?


Tai veikia!!!
Smėlis nuramina mišini, taigi jis
skleidžia energiją daug lėčiau!



Energijos
išskyrimas gali būti
kontroliuojamas.


Mes nešalsime šią žiemą!






Tai išskiria daug karščio,
bet mes vos galime kvėpuoti.


Tu turi omenyje, mes dūstame!



Štai, nukrepsime dūmus į šį maišą.
Jau iš karto geriau.




Dūmai kondensuojasi į
suodžius, taigi aš galiu lengvai
jų atsikratyti.



Visgi, turiu pasakyti,
tai nėra labai praktiška.


Aš negaliu tiesiog
išmesti viso to bet kur.
Tai užnuodys ežero
vandenį.

BRANDUOLINĖ ENERGIJA



Keista, šios versmės
vanduo tiesiog verdantis.

Iš kur atsiranda
energija?



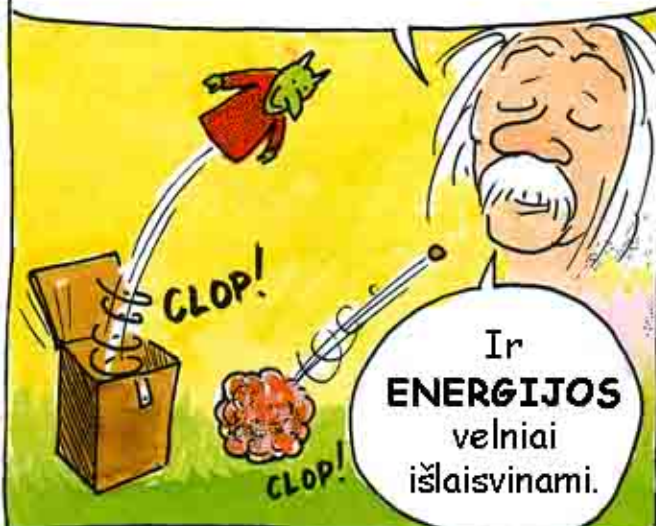
Galbūt,
po žemės paviršiumi
gyvena velniai.

...dežės, pilnos velnių viduje!?



Sena legenda byloja, kad kartą **ENERGIJA** buvo uždaryta **BRANDUOLIUOSE** tam tikrų **ATOMŲ**, pavyzdžiui **URANO**. Šie atomai buvo pagaminti saulėse, jų pragariškose krosnyse, vėliau atomai buvo išmesti ir įkalinti Žemės masėje, jos formavimosi metu.

Bet šie atomai nėra tvirtos dėžės ir jų dangčiai kartais iššąna.



Legenda sako, kad atėjus **PASAULIO PABAIGAI** visi velniai paliks savo dėžes ir visatoje nebeliks tokios energijos.



Bet tai užtruks ilgai, labai ilgai ...

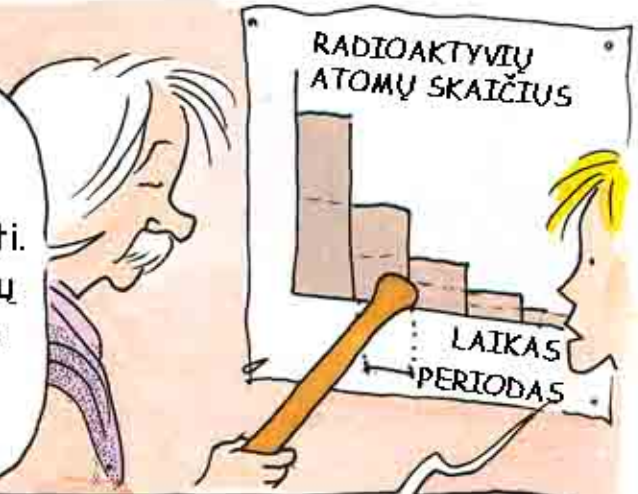


Kaip ilgai velniai išbus savo dėžėse? Kiek laiko **ATOMŲ BRANDUOLIAI** išlaikys jų turimą **ENERGIJĄ** ?



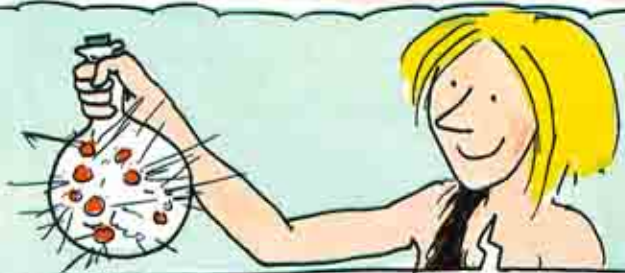
ELEMENTO RADIOAKTYVUS PERIODAS

Jei paimsime grupę dėžių su velniais viduje, po tam tikro laiko T , vadinamo **PUSĖJIMO TRUKME** arba **PERIODU**, dalis velnių bus išlaisvinti. Po lygiai tokio pat laiko tarpo atsidarys dalis likusių dėžių, vėliau – kita dalis ir taip toliau. Ši pusėjimo trukmė gali trukti įvairiai, nuo šimtų tūkstančių metų iki vienos sekundės dalelės.



Jei žemės gelmėse nebūtų šių dėžių su velniais, šių energijos pripildytų branduolių, žiema mums būtų daug šalčiau.

Būtų gerai, jei galėčiau rasti tuos energijos pilnus atomus.



Jei surinkčiau pakankamai jų į butelį, galėčiau šildytis per visą žiemą.

Būk atsargus, Anzelmai, **BRANDUOLINĖS ENERGIJOS** šuoliai daug galingesni nei **CHEMINĖS ENERGIJOS**, **ŠIMTUS TŪKSTANČIŲ KARTŲ GALINGESNI.**



ATOMO BRANDUOLYS

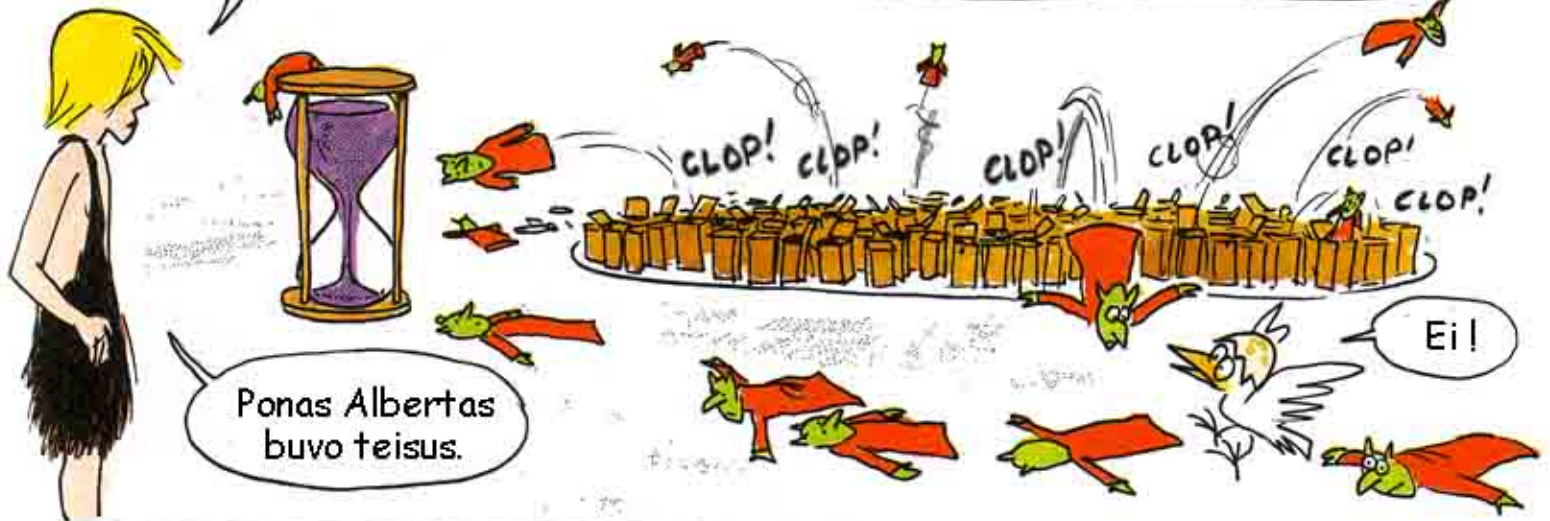
Taigi radioaktyvaus atomo branduolio išmetami velniai išauna didelę jėgą.

Patikrinkim, ar tai, ką sako ponas Albertas, yra tiesa.
Dėžių sklendės slysta palaiptams, taigi dėžės atsidaro viena po kitos.



Aš išdėliojau dėžes
šalia viena kitos.

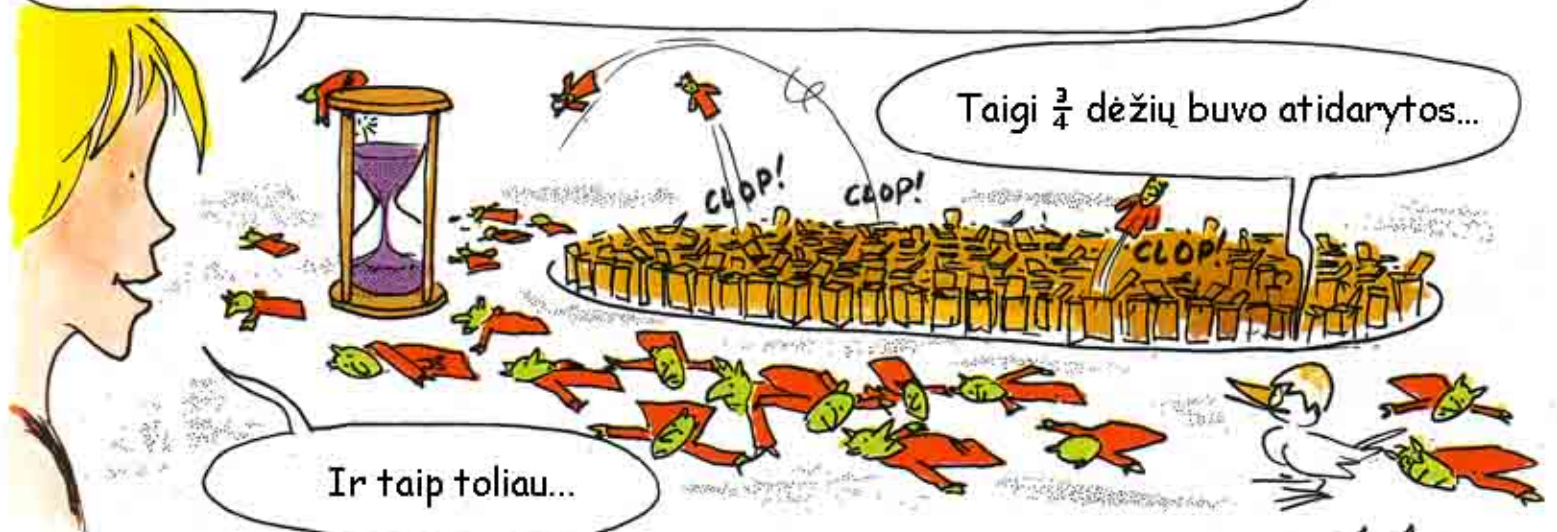
Gerai, po laiko tarpo, lygaus jų pusėjimo trukmei, dalis dėžių liko tuščios.



Ponas Albertas
buvo teišus.

Ei!

Po tokio pat laiko tarpo atsidarė pusė likusių dėžių ir išleido velnius.



Taigi $\frac{3}{4}$ dėžių buvo atidarytos...

Ir taip toliau...

Taigi tai reiškia, kad reakcija lėtėja. Dėžių atsidarymo ritmas linkęs mažėti.

Iš pradžių Žemė buvo daug labiau radioaktyvi.

Ir tada ji nurimo.

ENERGIJOS VIRSMAS

Bet kur yra **ŠILUMA** visame tame?

O jei sudėtume juos į puodą?

Pabandykime...

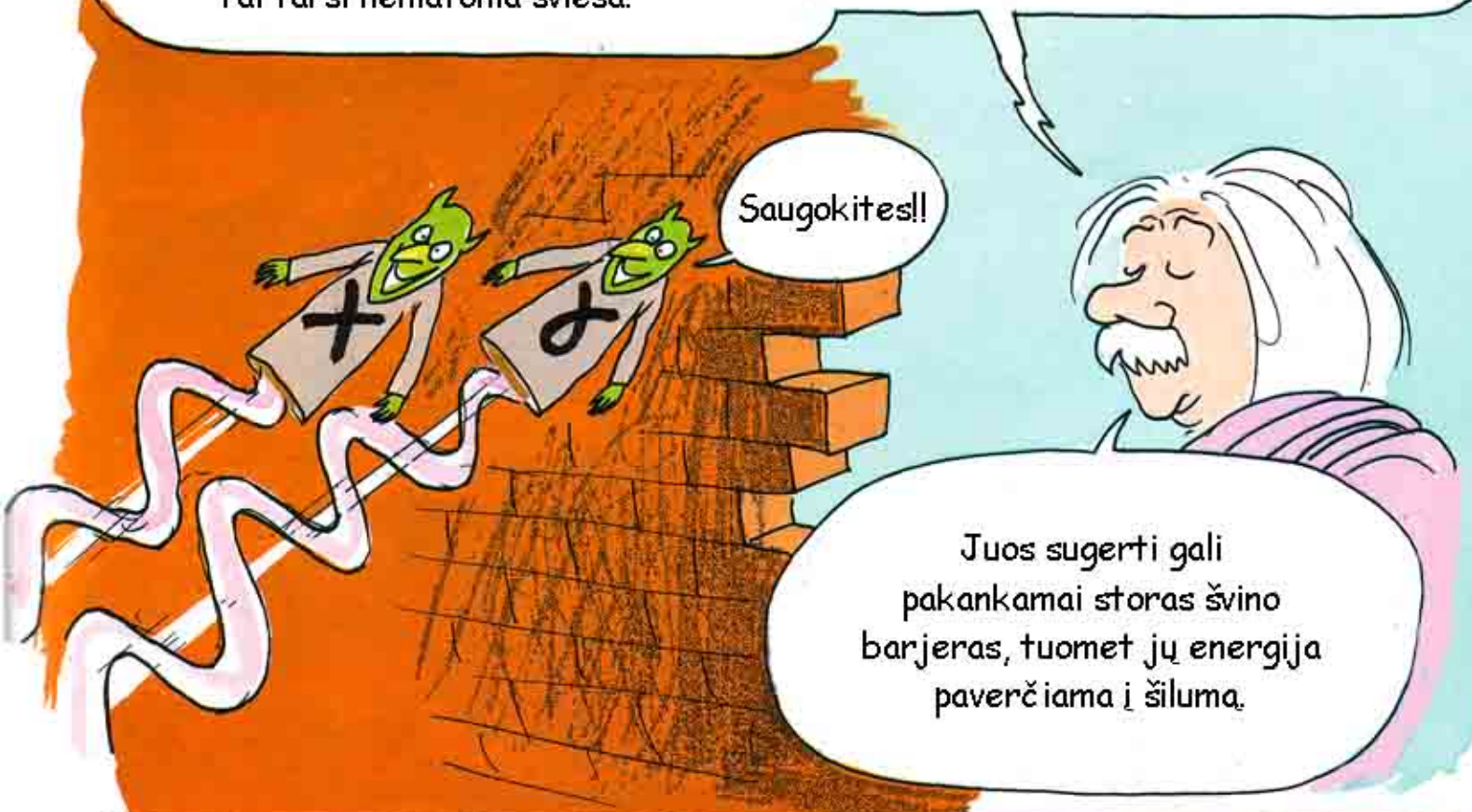
Tai veikia. Vanduo sugeria **RADIOAKTYVIŲ ATOMŲ** skleidžiamą **ENERGIJĄ** ir **PAVERČIA JĄ Į ŠILUMĄ**.

Taip, bet šis **NATŪRALUS RADIOAKTYVUMAS** išleidžia nedaug **ENERGIJOS**.

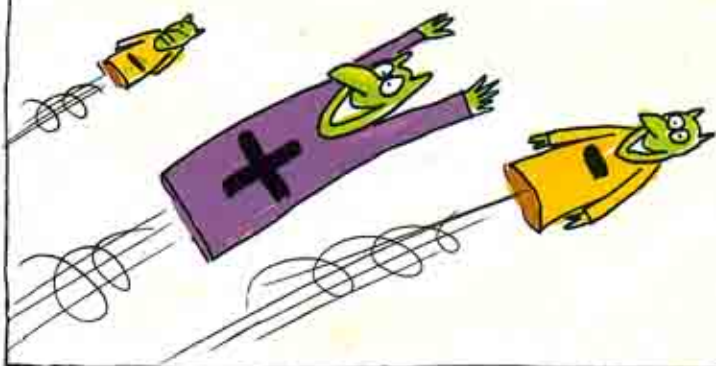
Taigi mums reikia daug radioaktyvios medžiagos, kad galėtume išlaikyti šilumą.

SKIRTINGOS VELNIŲ RŪŠYS

Iš esmės tėra viena velnių rūšis.
Pirmas dalykas, kurį išskiria atomų branduoliai yra **X** arba **γ RADIACIJA**.
Tai tarsi nematoma šviesa.



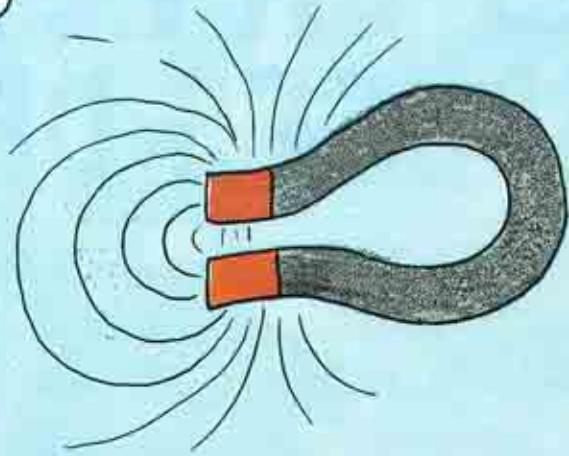
Yra kitokio tipo velnių,
kurie turi **ELEKTROS KRŪVĮ**.



Ar greitai jie skrieja ?

Tai priklauso nuo jų **ENERGIJOS**.
Jie gali pasiekti kelių tūkstančių
kilometrų per sekundę greitį.

Lėkdami tokiu greičiu, jie gali
kiaurai kirsti bet ką savo kelyje...



Ne, nes jie atsoka nuo
MAGNETINIO LAUKO.

Tokiu pačiu būdu, Žemės magnetinis
laukas atspindi Saulės (saulės vėjo)
skleidžiamas įkrautas daleles. (*)

Taigi Žemė yra
APSAUGOTA jos magnetinio lauko.

Taip. Jei Žemė neturėtų
šio natūralaus, apsaugančio,
magnetinio skydo, įkrautos Saulės
dalelės galėtų rimtai sužaloti
gyvąjį audinį.

Trečia velnių rūšis pati baisiausia:
NEUTRONAI. Jie gali pasiekti 20,000 km/s greitį.
O kadangi jie neturi **ELEKTROS KRŪVIO**,
magnetinis barjeras negali jų sustabdyti.



Visi šie velniai gali padaryti nepataisomos
žalos gyvajam audiniui. Turime saugotis jų.

Neutronai ir elektros krūviu įkrautos dalelės
turi masę ir perteikia kinetinę energiją $\frac{1}{2} m V^2$,
kuria gali sugerti kietas kūnas, skystis arba dujos,
ir paversti į šilumą. Bet aš norėčiau sužinoti
daugiau apie šiuos atomo branduolius.



BRANDUOLIŲ STABILUMAS

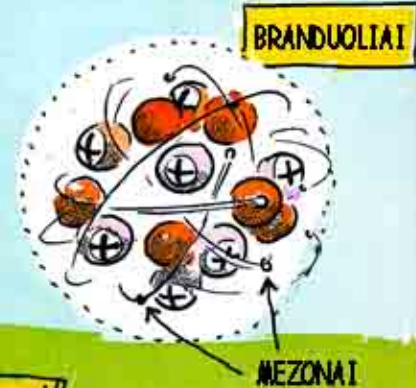
Pagaminti **ATOMO BRANDUOLIAI** jums reikės **NEUTRONŲ, PROTONŲ** ir dalelių vadinamų **MEZONAI**.



Uranas 235
92 PROTONAI
+ 143 NEUTRONAI =
235 BRANDUOLIAI

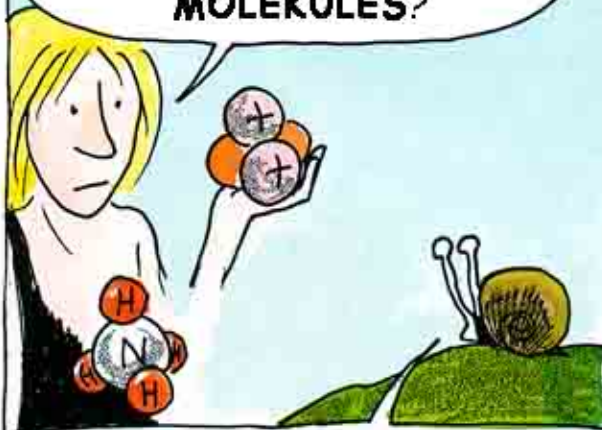


Plutonis 239
94 PROTONAI
+ 145 NEUTRONAI =
239 BRANDUOLIAI

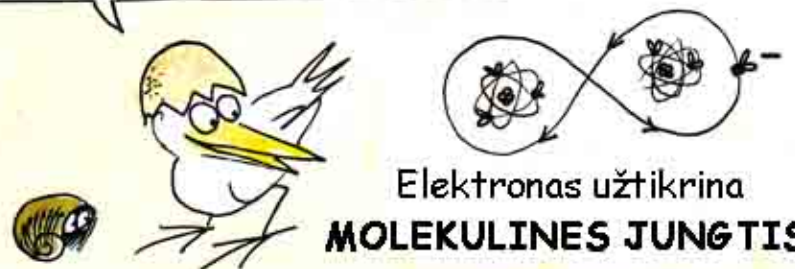


MEZONAI ATOMO BRANDUOLYJE elgiasi panašiai kaip **ELEKTRONAI MOLEKULĖSE**: jie užtikrina **KOHEZIJA**.

Taigi **ATOMO BRANDUOLIAI** yra **MOLEKULĖS**?



ATOMO BRANDUOLYS yra **NUKLEONŲ** rinkinys.
MOLEKULĖ yra **ATOMO BRANDUOLIŲ** rinkinys.
O mes, iš esmės, esam molekulių rinkinys.



CHEMIJOS MOKSLAS aiškina **MOLEKULIŲ** pertvarkymą.



BRANDUOLINĖ FIZIKA tyrinėja **ATOMO BRANDUOLIŲ PERTVARKYMĄ**.

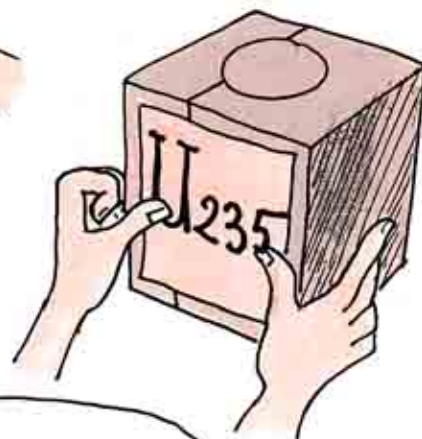
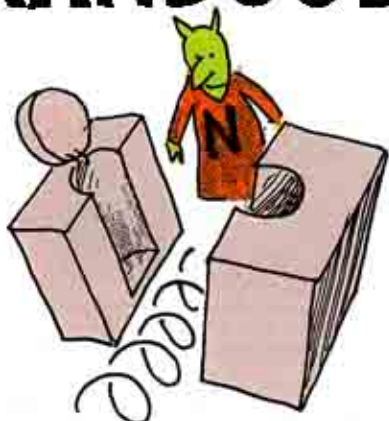
Toks atomo branduolys, kuris turi trumpą gyvavimo trukmę, laikomas **NESTABILIU**.

Bet neutronai (patys palyginti stabilūs, turintys labai ilgą gyvavimo trukmę), veikdami tam tikrus atomo branduolius, gali visiškai juos destabilizuoti ir sukelti skilimą - **ATOMO BRANDUOLIO DALIJIMASI**.

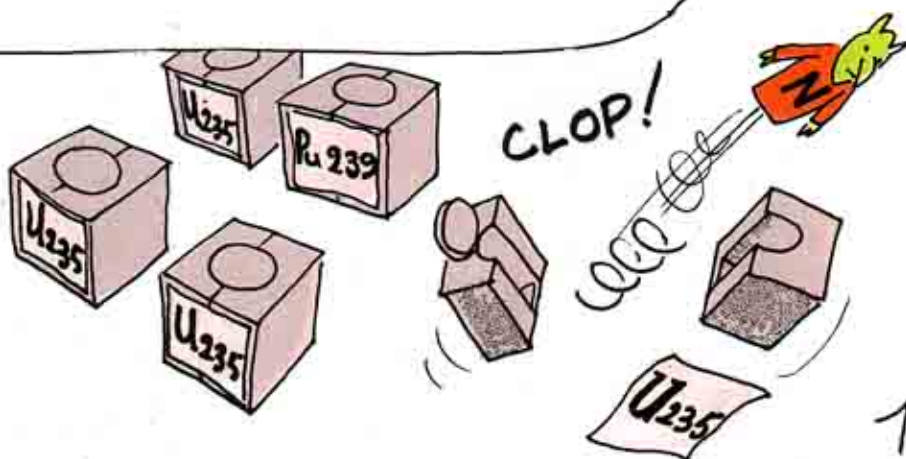
Tai vyksta **URANO 235** ir **PLUTONIO 239** atvejais.

ATOMO BRANDUOLIO DALIJIMASIS

Šie atomo branduoliai gali būti pavaizduoti kaip junginiai, sudaryti iš dviejų skirtingų masių ir vieno neutrono.



Urano 235 ir Plutonio 239 branduoliai turi tam tikrą natūralų radioaktyvumą, siejamą su labai ilgu periodu.



Štai **ATOMO BRANDUOLIO DALIJIMOSI** reakcija. Susidūrimas su neutronu destabilizavo Plutonio branduolius. Šios reakcijos rezultatas yra 2 neutronų išskyrimas. (*)



Aš ketinu atidžiai visa tai išsiaiškinti.

Anselmas išdėliojo daugybę dėžių su velniais į R spindulio apskritimą.

Uranas 235 arba Plutonis 239



Dabar **ENERGIJOS** velniai iššaus iš savo dėžių.

Hm, štai koks dalykas!



Tai vyksta dėl **NEUTRONŲ**.

Kai šis velnias atsitrenkia į gretimą dėžę, jis sukelia dėžės skilimo procesą ir išlaisvina viduje buvusį velnią-neutroną.

(*) Tai pavaizduota schematiškai. Iš tiesų, pirmiausia neutronas yra branduolio absorbuojamas (U_{235} tampa U_{236} ir Pu_{239} tampa Pu_{240}). Šie nauji objektai yra labai nestabilūs ir iš karto suskyla).

GRANDININĖS REAKCIJOS



Tie du velniai vėliau atidaro kitas dvi dėžes!



o tai savo ruožtu...



Sofi, bėkime iš čia.

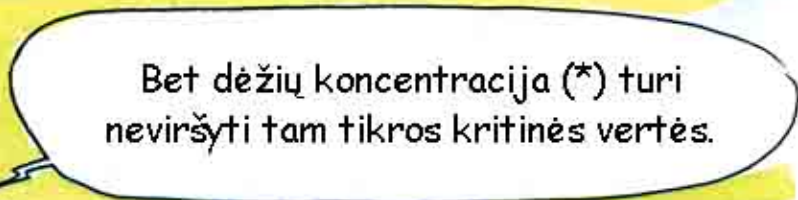
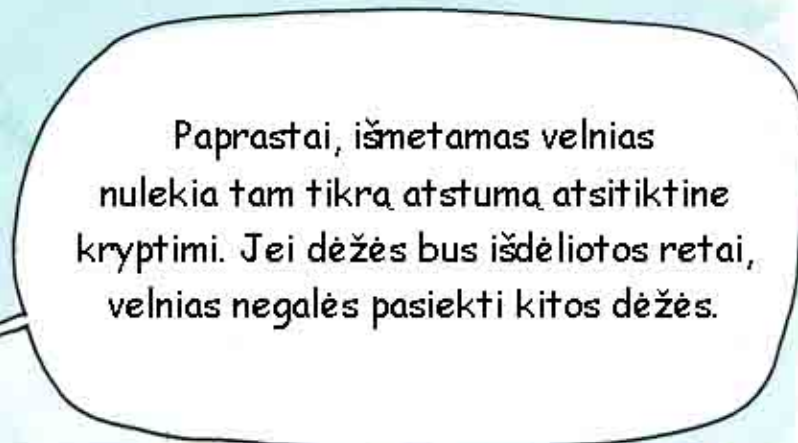


Dieve mano!

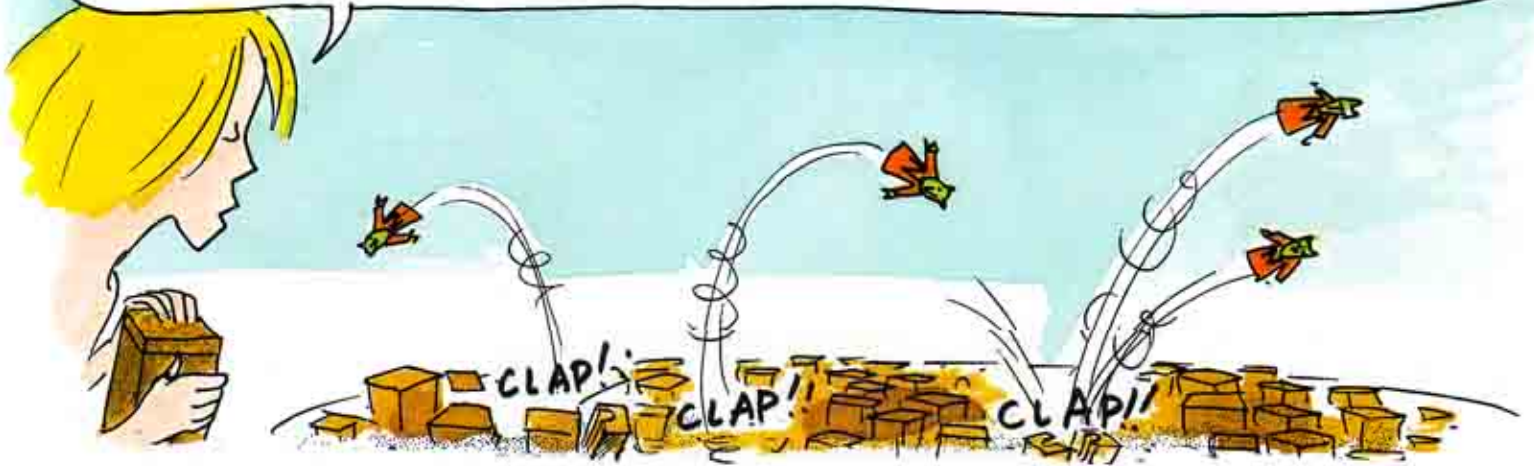
Jeigu dėžės būtų tikri atomai, visa ENERGIJA per šią **GRANDININĘ REAKCIJĄ** būtų išlaisvinta per viena sekundės dalelę.



KRITINĖS SĄLYGOS



Iš tiesų, tarp silpno **NATŪRALAUS RADIOAKTYVUMO** emisijos lygio ir **GRANDININĖS REAKCIJOS** mes galime rasti vidutini sprendimą. Reguluodami **KONCENTRACIJĄ**, kurios derinimas yra sudėtingas ir keblus dalykas, mes galime nustatyti velnių, išmetamų per sekundę, skaičių, tai yra, paleidžiama energijos srauta.



BRANDUOLINIS REAKTORIUS

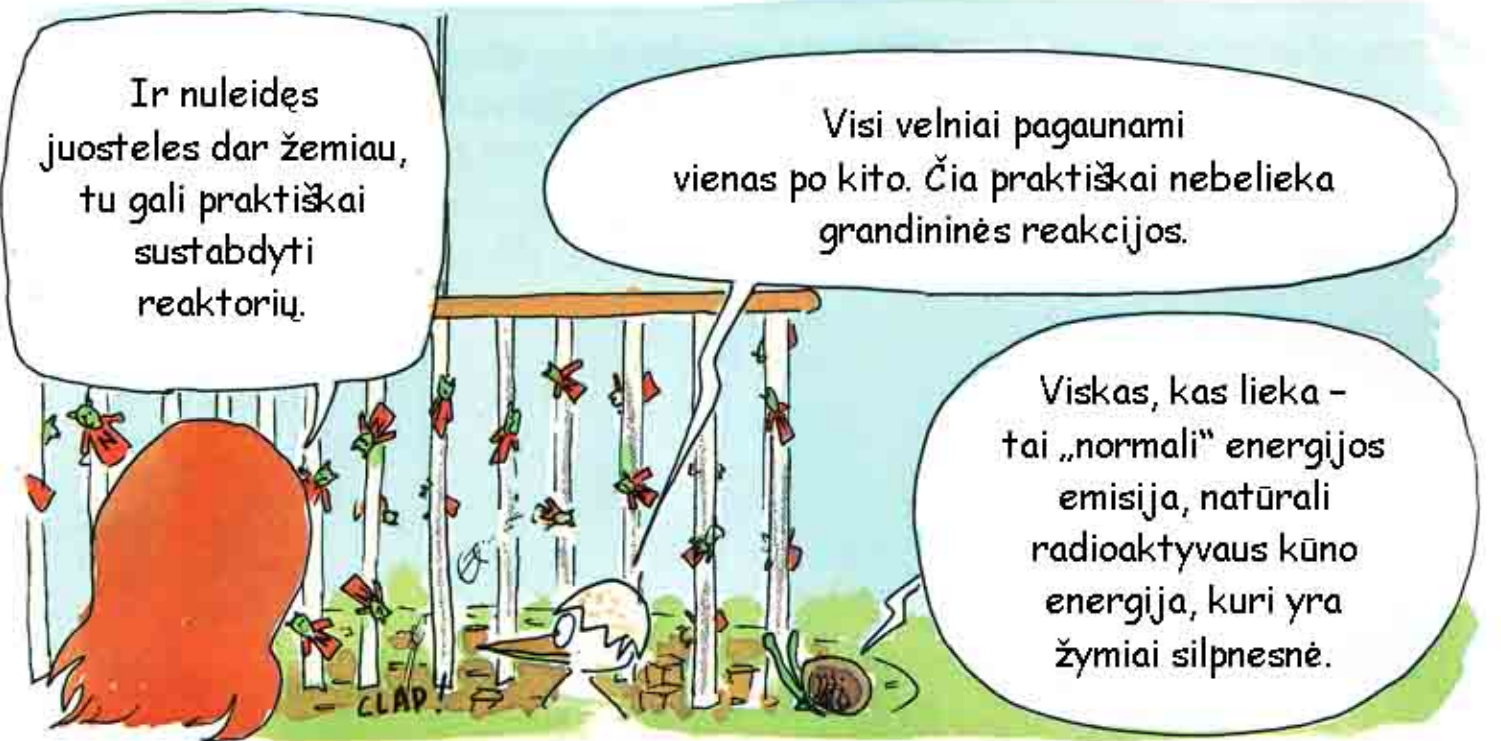
Ar nėra geresnio būdo kontroliuoti šį procesą?

Mes galėtume įstatyti ką nors, kas sugeria velnius (energiją).

Tai atrodo kaip musgaudis.

Pažiūrėkim...

Nuleisdus žemyn lipnaus popieriaus juosteles, aš galiu pagauti kai kuriuos velnius ir taip riboti reaktoriaus aktyvumą, kaip panorėjes.




Ir nuleidęs
juosteles dar žemiau,
tu gali praktiškai
sustabdyti
reaktorių.

Visi velniai pagaunami
vienas po kito. Čia praktiškai nebelieka
grandininės reakcijos.

Viskas, kas lieka -
tai „normali“ energijos
emisija, natūrali
radioaktyvaus kūno
energija, kuri yra
žymiai silpnesnė.

Taigi. Norėdami sukurti **BRANDUOLINĮ REAKTORIŲ**,
turime surinkti pakankamai šių sunkiųjų branduolių: **URANO 235** arba
PLUTONIO 239. Mes galime kontroliuoti reaktoriaus aktyvumą tam tikru kūnu,
kuris sugeria velnius, tai yra **ATOMŲ BRANDUOLIŲ DALIJIMOSI** neutronus.



Trumpai tariant, Urano mineralai turi 0,7% Urano 235
(Suskylantis). Likusi dalis yra Uranas 238, kurio nėra.



Ir mes naudosime **KADMI**
sugerti **NEUTRONAMS**.

Pasirodo, kad Plutonis 239
neegzistuoja gamtoje, tai kaip mes galime
galvoti apie jo panaudojimą reaktoriuje?

Hmm... tu teišus.

SKYLANTI MEDŽIAGA

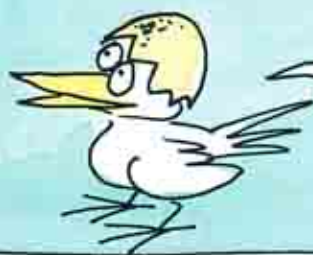
Uranas 238 taip pat gali būti laikomas dviejų elementų junginiu. Jame yra laisvos vietos, paliktos neutronui.



Jei neutronas isikurs Urano 238 branduolyje,

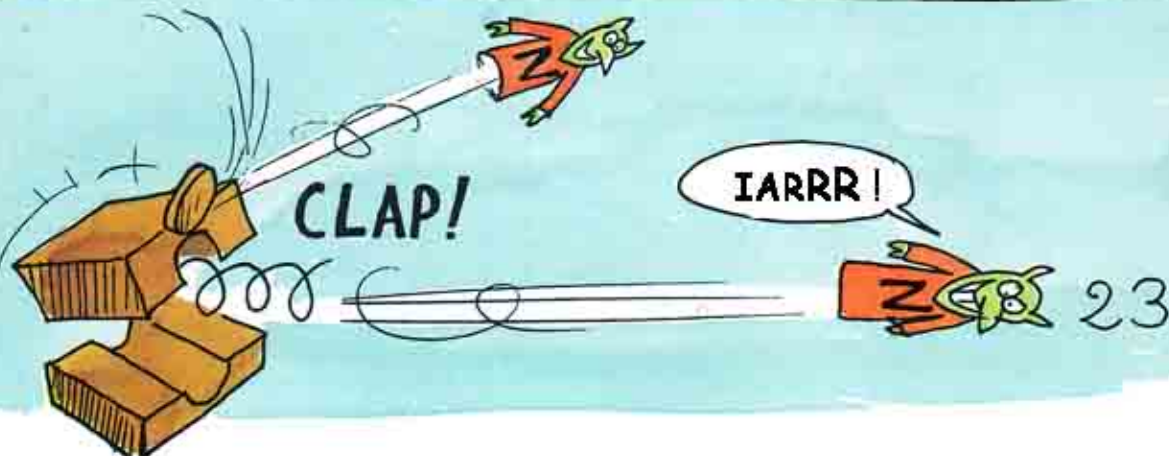
branduolys pasikeis į Plutonį 239, kuris yra **SKYLANTIS**.

Kitaip tariant, veikiantis Urano reaktorius turi **SKILIŲJŲ** ir **DERLINGŲ** medžiagų mišinį. Tam tikras kiekis **DERLINGŲ** medžiagų yra konvertuojamas į **SKILIASIAS** medžiagas.



Tam tikras kiekis? Kiek tai yra?

Tai priklauso nuo to, kaip valdomas reaktorius. Iš pradžių **SKILIMO NEUTRONAI** yra išmetami į visas puses **20 000** kilometrų per sekundę greičiu.



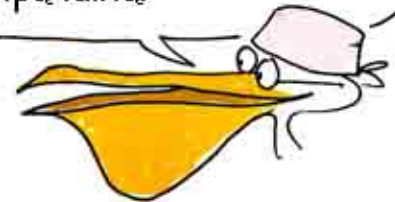
GREITŲJŲ NEUTRONŲ REAKTORIAI

Šie **GREITIEJI NEUTRONAI** lengvai saveikauja su skilimoju U_{238} ir sukuria Pu_{239} per labai trumpą laiką.

Ką tu darai ?



Aš pakraunu savo reaktorių mineralų turtingu Uranu 235 (praturtintu Urano).



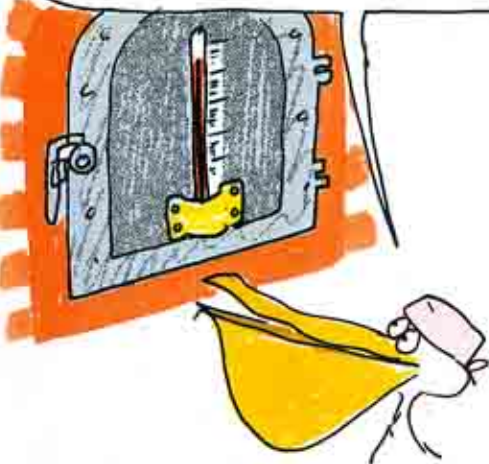
Tada uždedu **DERLINGĄ U_{238} DANGĄ.**



GREITIEJI NEUTRONAI juda 20 000 km/s greičiu **REAKTORIAUS ŠIRDYJE**. Jei galvotume apie juos, kaip apie dujų molekules, jų temperatūra siektų 16 tūkstančių milijonų laipsnių.

PO TREJŲ METŲ

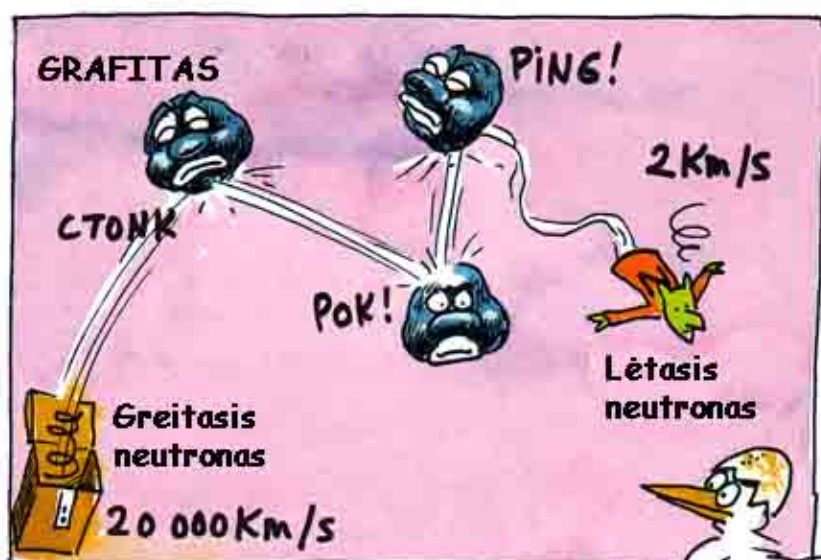
O! Anzemas pagamino **DAUGIAU Pu_{239}** , nei buvo panaudojęs **U_{238}** , tai **SUPERGENERATORIUS**



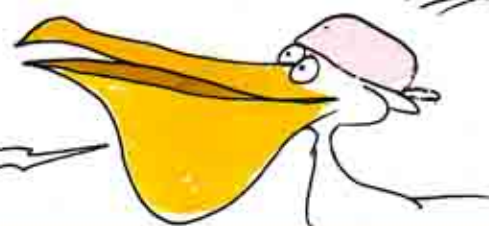
Tai normalu, nes kiekvienas skilimo aktas išmeta **DU** greituosius neutronus, kurie gali transformuoti 2 U_{238} į Pu_{239} .

LĒTŪJŪ NEUTRONŪ REAKTORIAI

Naudodamas **KADMI**, aš galiu absorbuoti neutronus ir taip lengvai kontroliuoti reaktoriaus aktyvumą (arba net jį sustabdyti). Bet naudodamas **GRAFITĄ** ir **SUNKŪJĮ VANDENĮ**, aš galiu **SULĒTINTI** neutronus, jų neabsorbuojant. Šios medžiagos vadinamos **MODERATORIAIS**.



Taip mes galime neutronų **TERMINĮ GREITĮ** sumažinti iki 2 Km/s. Šios šaltos neutronų dujos yra bendrosios reaktoriaus temperatūros.

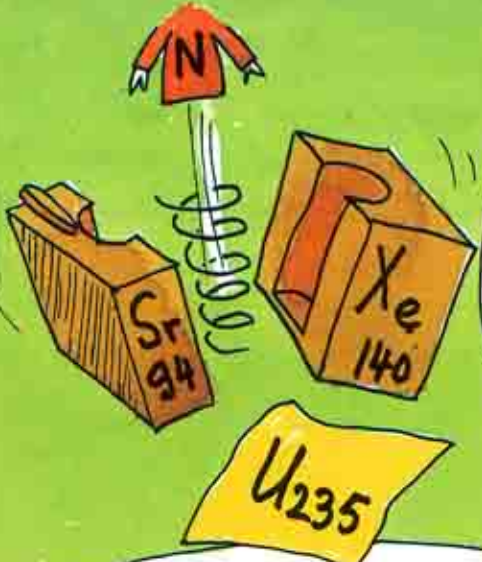


Šiek tiek Pu239 vis dar pagaminama, bet žymiai mažiau nei greituju neutronų reaktoriuje.


Nėra aiškios ribos tarp šių dviejų tipų reaktorių. Pusiaukelėje tarp jų taip pat egzistuoja „šiltų“ reaktorių.



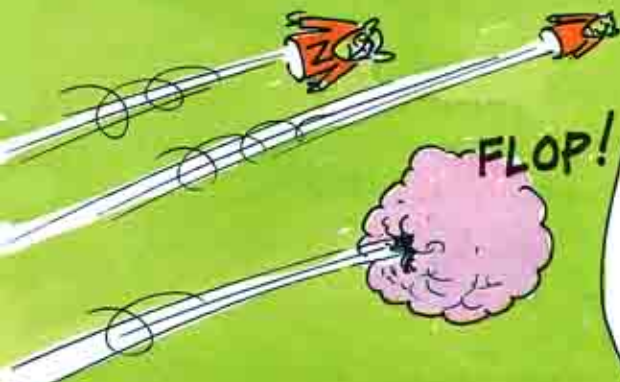
RADIOAKTYVIOSIOS ATLIEKOS INDUKUOTASIS RADIOAKTYVUMAS



Yra daug skirtingų būdų, kaip **U235** ir **Pu239** gali suskilti į dvi dalis. Štai pavyzdys, kaip Uranas 235 suskyla į radioaktyvų Stroncij 94 ir Ksenoną 140. Pažymėkime, kad $94 + 140 + 1 = 235$.



Tai šioks toks nemalonumas. Dauguma **SKILIMO PRODUKTŲ** turi ilgą gyvavimo trukmę ir labai ilgai išlieka radioaktyvūs. **STRONCIS** gali patekti į kaulų medžiagą, o **JODAS** – į skydliaukę. Plutonis taip pat yra labai kenksmingas, gali sukelti **VĖŽĮ** ir **LEUKEMIJA**.



Skilimo neutronai taip pat gali būti absorbuoti taikių atomų, pavyzdžiui tu, kurie formuoja reaktoriaus struktūras. Tuomet jie paverčiami pavojingais, nestabiliais ir radioaktyviais atomais, kurie prisideda prie radioaktyvių atliekų gausėjimo.

RADIOELEMENTAI PAGAL UŽSAKYMĄ



Taigi reaktorius pagamina nestabilias radioaktyvias atliekas, turinčias skirtingus periodus.

Ne, tie branduoliai linę prarasti masę išskirdami Helio atomus, elektronus arba antielektronus. (*)

Turi omenyje, kad tie branduoliai savo ruožtu gali pasidalinti?

Žiūrėkit, ten Anzelmas išveža atliekas.

CLAP!

Patalpinę tam tikrus elementus į reaktorių ir nukreipę į juos velnių bombardavimą, mes galime sukurti įvairių periodų radioelementus „pagal užsakymą“. Tokiu būdu gausime taip vadinamą **dirbtinį** radioaktyvumą.

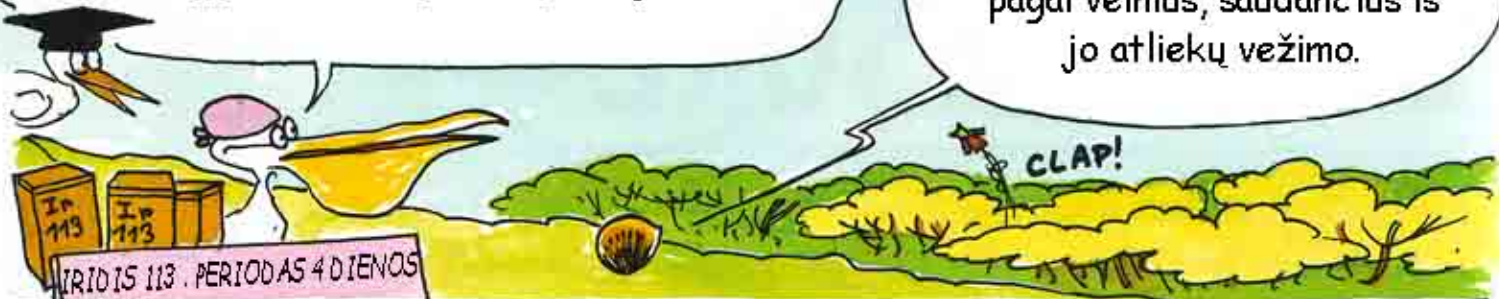
Aš toks vienišas, ♪
jaunas mokslininkas...

Galis 68. PERIODAS : 1 VALANDA

(*) „Alfa“ arba „Beta“ radioaktyvumas.

DIRBTINIAI RADIOELEMENTAI buvo atrasti 1930 m. **FREDERIC'O** ir **IRENE JOLIOT-CURIE**, o tai vedė į **BRANDUOLIO SKILIMO** atradimą keleta metų vėliau.

O, žiūrėk!
Anzelmo nematyti, bet mes galime **FIKSUOTI** jo vieta pagal velnius, šaudančius iš jo atliekų vežimo.



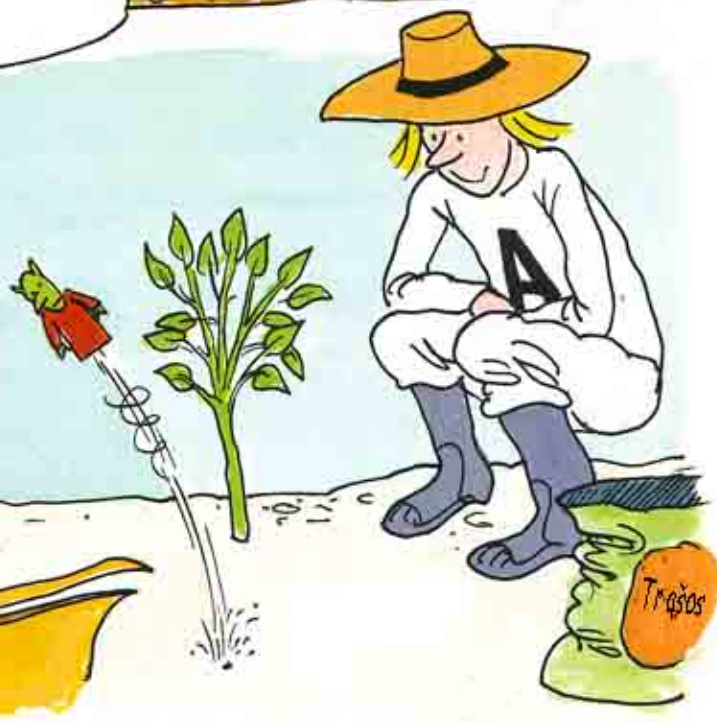
Turiu idėją! Naudodami šį **DIRBTINI RADIOAKTYVUMĄ**, mes galime nustatyti dalelių emisiją ir tokiu būdu sekti atomo branduolio **RAIDĄ**.

Mes netgi galime atomo branduolius, radioaktyviuosius izotopus, patalpinti biologinėse molekulėse. (**ŽYMĖJIMAS**). Tai leistų sekti jų migraciją į gyvuosius audinius.




Ei, kažkas čia yra pavojingai nestabilus.

Dirbtinis radioaktyvumas yra naudojamas taikiems tikslams daugybėje atvejų. Pavyzdžiui, ikėlę radioaktyvų fosforo azotopa į fosfata, mes galime studijuoti trąšų judėjimą dirvožemyje.



A-BOMBOS



Branduolinė fizika padarė didelę įtaką fejerverkų mokslo vystymuisi. Staiga sudėjus dvi mases skiliųjų medžiagų ($U235$ and $Pu239$) gausime sprogmėnį, kurio pagalba galime sukurti kritines sąlygas ir sukelti intensyvią grandininę reakciją, turėsiančią neabejotinos estetiškos reikšmės.

Pažiūrėkim.
Kartu sudėjus šias dvi mases aš gaunu **KRITINĘ MASE**.

Daugybė įvairių rūšių velnių yra atpalaiduojami ir radioaktyviosios atliekos pakyla į aukštutinę atmosferą, stumiamos išsiskiriančio didelio karščio bangos. Bet tai yra gerai, nes kaimynai taip pat gali gauti naudos

Jeigu nori prisijungti prie **LINKSMŪJŲ PIROTECHNIKŲ**, tau reikės grynos skiliosios medžiagos (100% $U235$ arba $Pu239$). Yra du būdai jos gauti: galima patobulinti gamtinį Uraną, arba paprašyti kaimynystėje esančioje reaktoriuje surinkti $Pu239$, kuris pagaminamas po kiekvieno reaktoriaus veiklos ciklo.

Tai vyksta! Tai vyksta!...

SINTEZĖ



Sakykite, tai Saulė yra planeta, kuri turi daug Urano ir dėl to yra tokia karšta?

Ne Anzelmai, yra ne taip. Mes pradėdame **CHEMINES REAKCIJAS** nuo medžiagų mišinio, pavyzdžiui, **VANDENILIO** ir **DEGUONIES**.

Bet... nieko nevyksta ?!

Tai todėl, kad temperatūra nėra pakankamai aukšta.

Pakaitinkime mišinį.

PAF!

Ir ką tai duoda?

H_2O , vandenį.

Taigi yra daug įvairių reakcijų, kurios išskiria daug energijos, bet nepagamina toksinių medžiagų.

Vieną dieną mes naudosime skraidančias planetas, varomas vandenilio-deguonies mišinio (laikomo skysčio formos), ir viskas, ką jos paliks praskridę bus... debesys!

Galbūt mes taip pat galėtume „padegti“ atomo branduolių mišinius.

Taip, jei pakankamai pakeltume jų temperatūrą.

DEUTERIS

TRITIS

HELIS



Galėtume priversti **DEUTERI** reaguoti su **TRICIU**, kurie yra dvi rūšys **SUNKIOJO VANDENILIO** (vandenilio branduolys yra lengvas, sudarytas iš vieno protono P). Šių **IZOTOPŲ** branduoliai skiriasi tik turimų neutronų skaičiumi. Deuterio ir Tričio mišinys yra linkęs sudaryti Heli.

DIDYSIS VELNIŲ BALIUS

Tai **SUNKIOJO VANDENILIO** elementas, pusiau **DEUTERIS**, pusiau **TRITIS**. Normalioje temperatūroje **ELEKTRONAI** apsupa branduolius ir užtikrina molekulių ryšius (sukabina branduolius po du).



Deuterio molekulė



Tričio molekulė

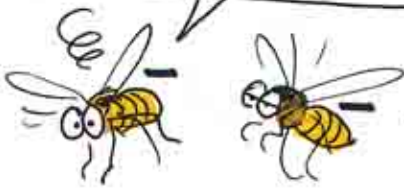
Kai šokio ritmas tampa tikrai velnišku, molekulės suskyla (išsiskaidymas) ir elektronų-bitės skrieja aplink vieną branduolį.



ARTĖJANT PRIE TRIJŲ TŪKSTANČIŲ LAIPSNIŲ :

Mes daugiau nebegalime skrieti aplink šiuos branduolius, jie nuolat juda.

Pfff...



Taip, tai tampa pragaru. Aš pasiduodu...

Tuomet karštos dujos tampa atomo branduolių ir laisvų elektronų sriuba, **KARŠTA PLAZMA.**



Sušilk, Marceli, sušilk !

Žinai ką, mums būtų daug geriau keturiese.

Virš **150 MILIJONŲ LAISNIŲ (UŽSIDĖGIMO TEMPERATŪROS)**, kažkas atsitinka

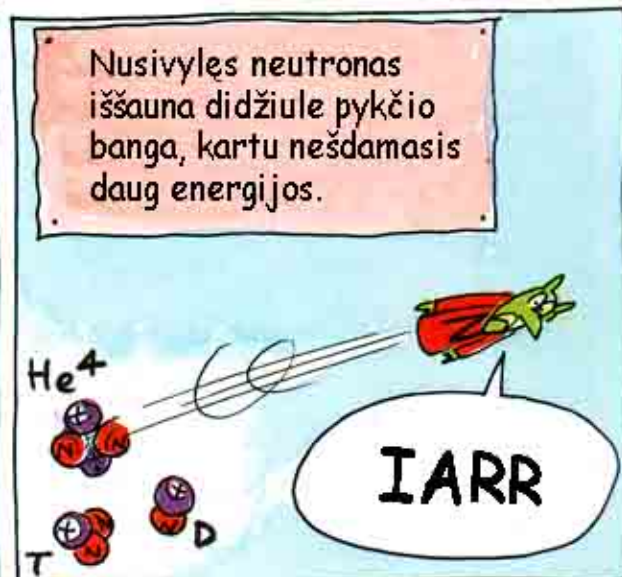
Jie susijaudinę...

Taip manai?

Aš nujaučiu niekšybę.

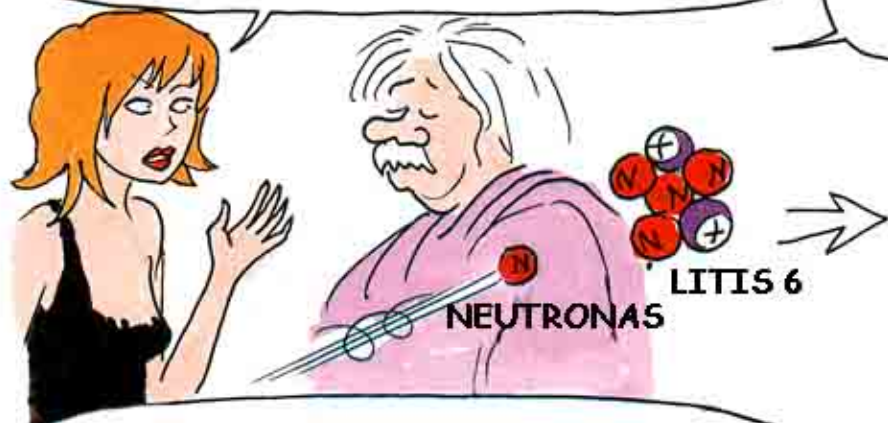
Taip, šioje temperatūroje taip būtų daug **STABILIAU.**

Ei, palaukit!
 $2+3=5$, bet Helis turi 4 branduolius, ar ne?



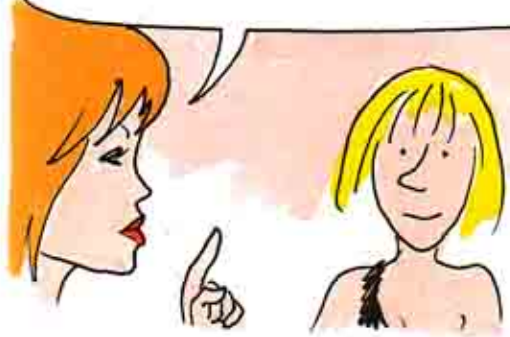
Tokių atveju, **SINTEZĖ** yra tokia pat teršianti, kaip ir **ATOMO BRANDUOLIO DALIJIMASIS**. Šie sintezės neutronai transformuos šalia esančius atomus ir pavers juos radioaktyviais.

Bet mes stengsimės sugerti šiuos neutronus Ličiu 6, kas duos Helį 4 ir Tritį 3.



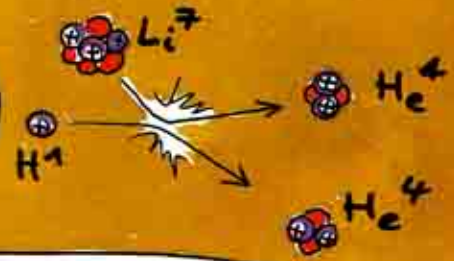
Kitaip sakant, Ličio 6 danga veikia kaip „derlinga“ medžiaga. Ši reakcija turėtų išskirti „sintezės degalus“, Tritį 3.

Taip, sintezės reaktoriaus yra panašūs į supergeneratorių. Ir laimei, nes Tritis 3 yra nestabilus (*) ir natūraliai neegzistuoja.



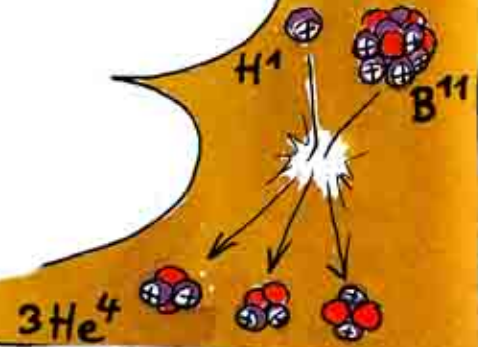
(*) Jo skilimo pusamžis — tik 12 metų.

Vis dėlto, aš matau, kad yra įvairių sintezės reakcijų ir branduolių pertvarkymų, kurie neišskiria laisvųjų neutronų.



Litis 7 + Vandenilis 1 (lengvas) duoda 2 Helio 4
($7 + 1 = 2 \times 4$)

Boras 11 + Vandenilis 1 duoda 3 Helio 4
($11 + 1 = 3 \times 4$)



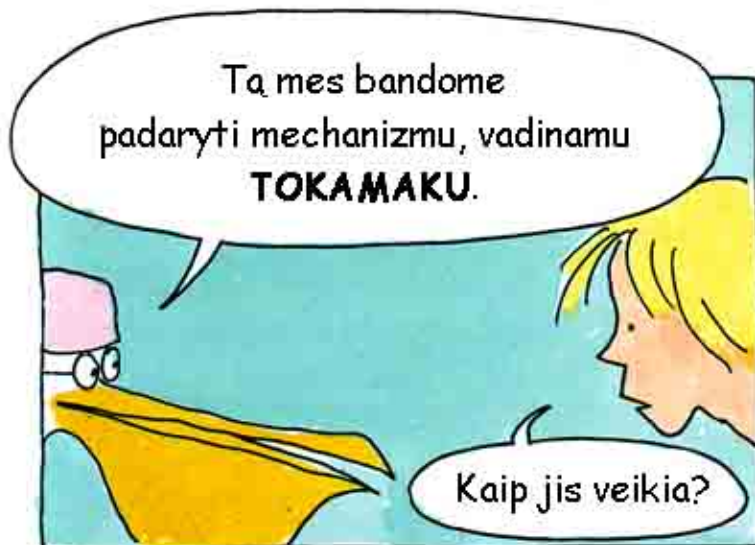
Pirmojo užsidegimo temperatūra yra **500** milijonų laipsnių, o antrojo – arti tūkstančio milijonų laipsnių!..

Hm... aišku... bet kaip būtent mes galime sujungti šiuos branduolius?

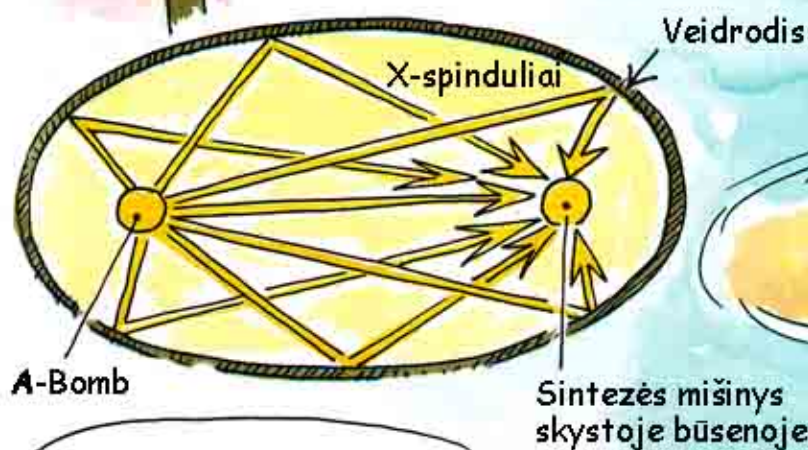
Saulės širdyje tai vyksta, bet lėtai, nes temperatūra ten yra vos 15 milijonų laipsnių.

Tai Saulė yra tik kaip žarijos?

Taip, branduolinė „ugnis“ turi būti 150 milijonų laipsnių, kad prasidėtų reakcijos, sakykim, kas sekundę.



Hmm, Edvardas Teleris įvykdė sintezę, kai sukūrė naują bombą. Mes nenorėjome to daryti, bet padarėme. Teleris turėjo idėją (*). Jis visuomet turėdavo gerų idėjų. Kai A-bomba sprogo, per pirmąsias milijonines sekundes dalis ji skleidė didžiulį kiekį X-spindulių. Teleris pasiūlė šiuos spindulius nukreipti į Deuterio-Tričio mišinį, naudojant tam tikrą veidrodį.



(*) Edvardas Teleris, tyrinėtojas Los Alamos karo metu. Jis yra daktaro Streindžlavo prototipas filme „Kaip aš nustojau jaudintis ir pamilau atominę bombą“.

Teleris netgi sukūrė
veidrodi iš Urano 238.

Kodėl
Urano 238?

Bet žinoma, pagalvok apie tai.
Vandenilinė bomba susprogo, sintezės
neutronai susijungė su **DERLINGA U238**
medžiaga ir transformavosi į **Pu239**,
kuris tuojau pat suskilo.

Tai buvo baisi **SKILIMO-
SINTEZĖS-SKILIMO** bomba.

SINTEZĖ IŠ NUKREIPTOS ENERGIJOS

Buvo bandoma įvykdyti branduolio


SINTEZĖ į **DEUTERIO-TRICĖIO** mišinį

(skystos būsenos) nukreipiant įvairias energijos
formas: galingų **LAZERIŲ** spinduliuojama radiacija;
elektronus, atomo branduolius iš dalelių greitintuvų.
Tam reikalinga nepaprasta **GALIA**. Kad užkurtume
šią **TERMOBRANDUOLINĘ** ugnį, turime energiją,
tolygiai Saulei, ir veidrodi, dydžio kaip Prancūzija,
sukoncentruoti 1mm skersmens rutulyje
per milijonąją sekundės dalį.

Taip,
aš deginuosi!

MOMENTINĖ GALIA yra milžiniška,
bet bendra **ENERGIJA** išlieka kukli: šios branduolių
„rungtynės“ lygios dviem šimtam gramų parako.

EPILOGAS




Mums reikia **BRANDUOLINĖS ENERGIJOS**.
Bet visa tai, **DALIJIMASIS, SINTEZĖ**,
turi daugybę trūkumų.

Pavyzdžiui, tos
siaubingos atliekos!

Ką daryti ?

Ir didelė nelaimingų
atsitikimų rizika.
Jei reaktorius perkais, pradės
tirpti plienas, betono konteineris,
ir netgi grindys (**KINIJOS
SINDROMAS** (*)). Branduolių
dalijimosi masė skverbsis gilyn
į žemę, o mes negalėsime
to sustabdyti.



40 metų nėra daug. Mes esame
dar tik **BRANDUOLINĖS EROS**
pradžioje.

Aš tikiu, kad pažanga gali padaryti
perversmą moksle ir visiškai pakeisti
pagrindinę problemą, bet daugiau
SINTEZĖS pusėje, nei **SKILIMO**.



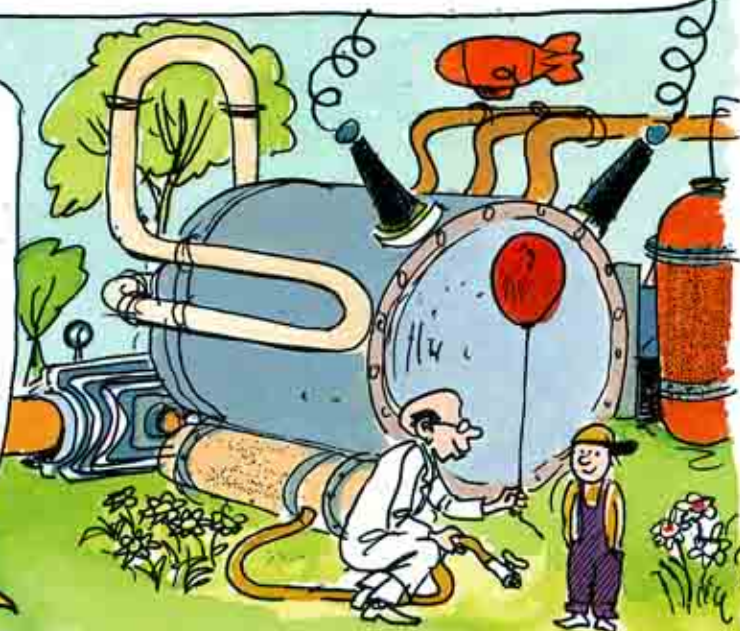
A...

(*) Pagal atomistus, reaktorius lydytūsi kiaurai per Žemę iš vienos pusės į kitą ir turėtų
vėl pasirodyti... Kinijoje!

Teoriškai, sintezės reakcijose, kur laisvieji elektronai nesikiša, mes galėtume **APRIBOTI SINTEZĖS PLAZMA**, naudodami galingus magnetinius įrenginius (ikrautos dalelės „pabėga“ nuo intensyvaus magnetinio lauko).

AUKSO AMŽIUS!

Sintezės vykdymo stotis, kuri neteršia (litis-vandenilis arba boras-vandenilis). Vienintelis reakcijos pagaminamas produktas – helis, kuriuo galime pripūsti balionus!



Nejuokink manęs,
tai sapnas!

Vis dėlto, egzistuoja tokios katalizinės krosnys, kuriomis galima šildyti **NAMUS**, nenaudojant kamino ir prie uždarytų langų.

Tai tiesa, jos išskiria vandens garus ir anglies dioksida, kuris nedideliais kiekiais yra tinkamas kvėpavimui.



Ar galėtų egzistuoti toks **SINTEZĖS KATALIZATORIUS**, kuris leistų vykdyti operaciją pakankamai žemoje temperatūroje?



Mes jau žinome vieną: Anglis.

Ak taip, iš tiesų, kaip gali Saulė vykdyti branduolių sintezės reakcijas, jei jos centrinis katilas tēra **15 MILIJONŲ LAIPSNIŲ** temperatūros, kas yra **DEŠIMT KARTŲ MAŽIAU NEI UŽSIDEGIMO TEMPERATŪRA**, kuri turi siekti **150 MILIJONŲ LAIPSNIŲ**?

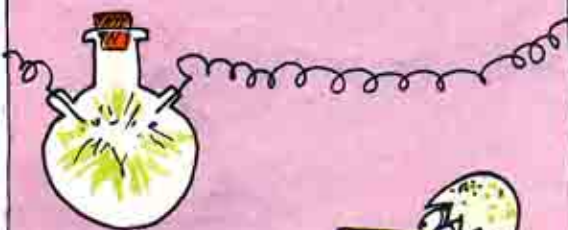
Anglis tarnauja kaip katalizatorius. Ji įsikiša į gana sudėtingas reakcijos stadijas ir pabaigoje yra regeneruojama.

Tai prasideda, kai Anglis 12 ir Vandenilis 1 sudaro Azotą 13. Tada Azotas 13 paverčiamas į Azotą 15 ir galiausiai: Azotas 15 + Vandenilis 1 → Anglis 12 + Helis 4 (Bethe'o ciklas).

Bet ši reakcija yra žymiai per **LĒTA** (tik ne Saulei, kuri turi marias laiko).

MiUNAI

Mes galime sukurti sudėtingas chemines reakcijas šaltame dujų mišinyje, bombarduodami molekules elektronais per paprastą elektros iškrovą.



Pavyzdžiui:

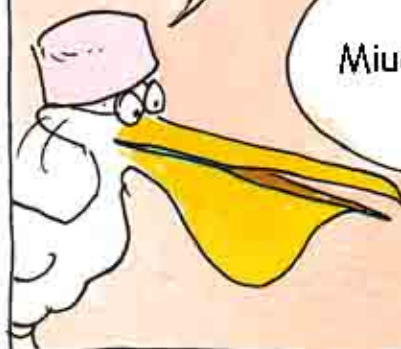
2CH_4 (metanas)

+ (elektros iškrovą) duoda:

C_2H_2 (acetilenas) + 3H_2

Molekulėje elektronus galime pakeisti **MiUNAIS**, dalelėmis, panašiomis į didelius elektronus, kurios sutraukia įvairius atomo branduolius arčiau vieni kitų.

Tai kodėl nepabandžius Miunais bombarduoti „drungno“ sintezės mišinio?



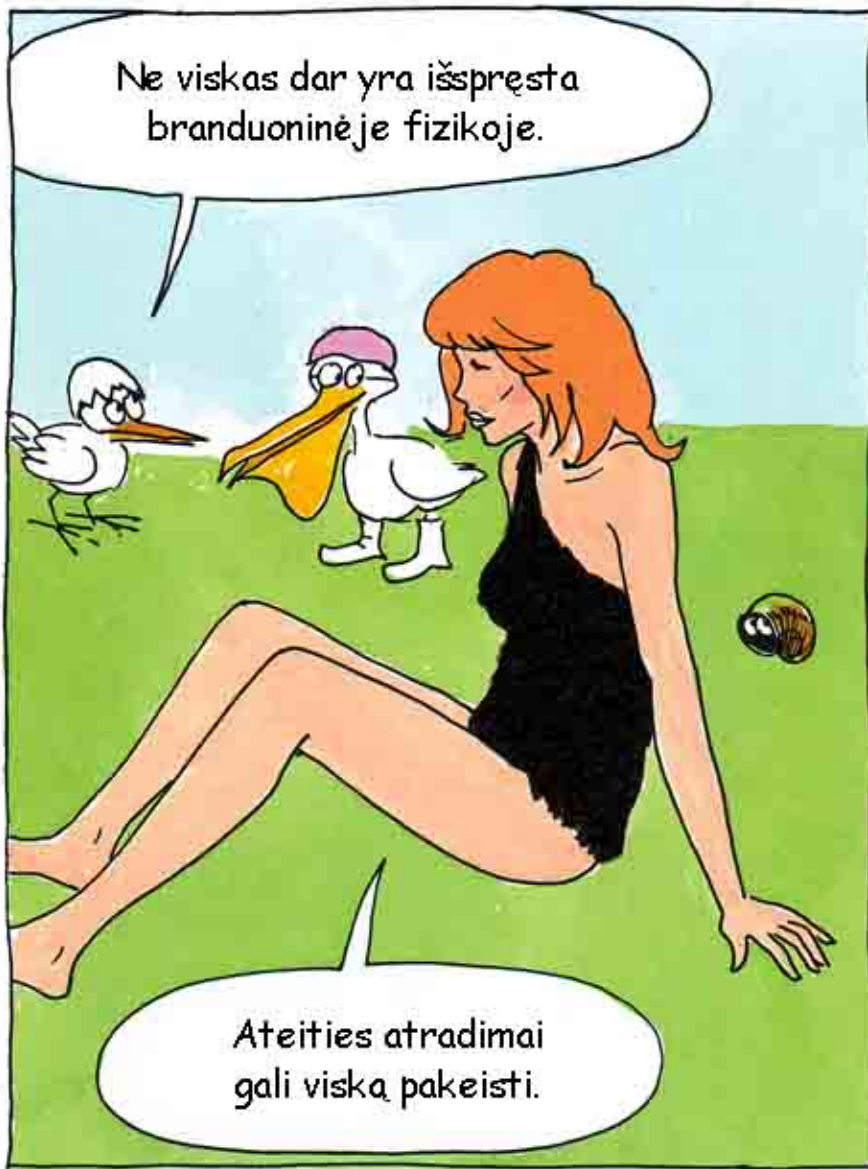
Ar tai veikia?

BE PROBLEMŲ, SERE.

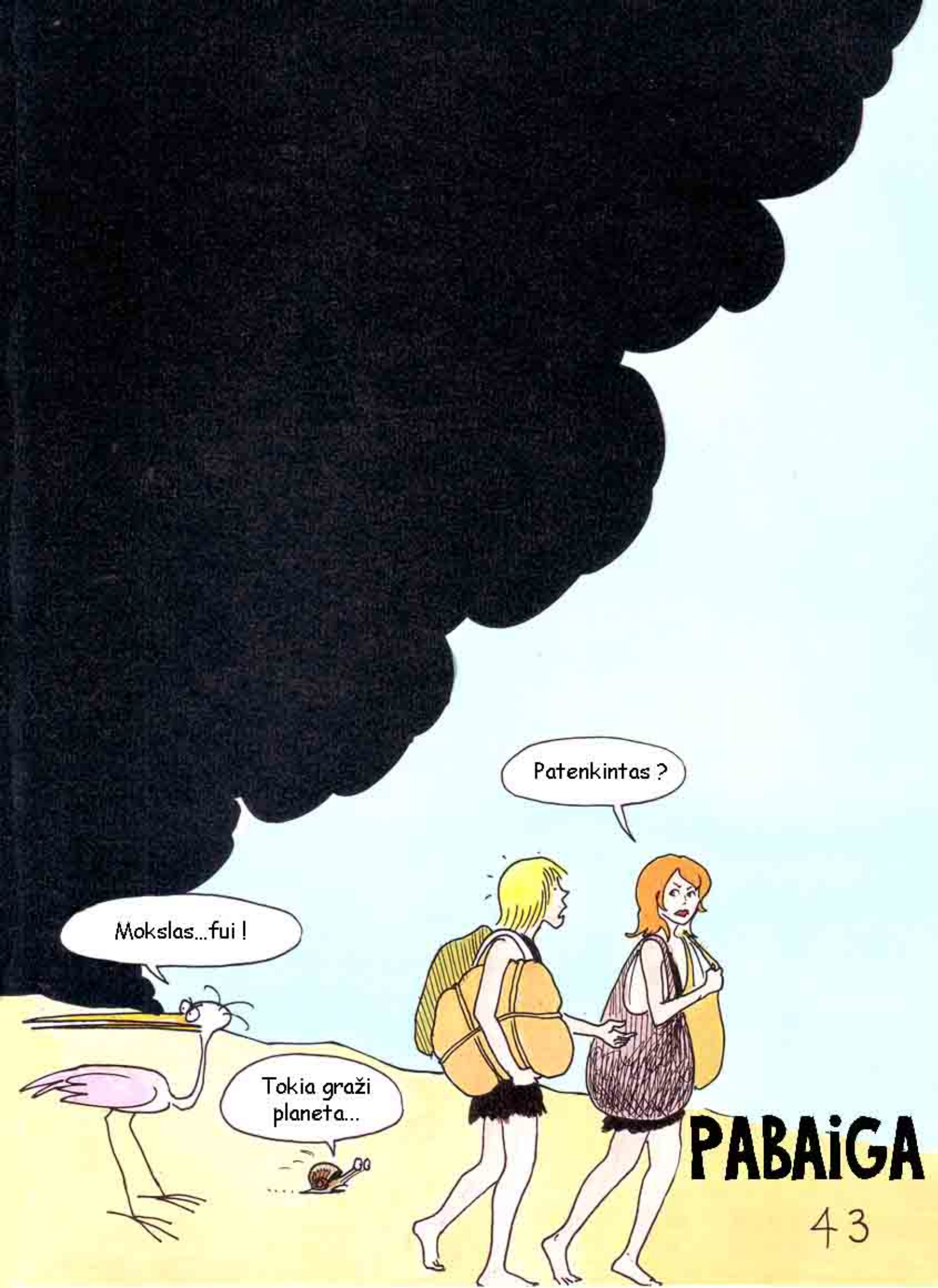
Mes žinome, kaip sukurti mionus greitintuve. Tuomet jie atsitrenks į deuterio ir tričio branduolius ir sudarys helį. Taigi, vyksta sintezė. Bet nuo šio mikrofizikos eksperimento, liečiančio vos keletą dalelių, iki praktiškos, pramoninės sintezės dar reikia nueiti ilgą kelią !!...

Mes taip pat galėtume pažaisti su branduolių **APISISUKIMAIS**. Sakykime, priversti juos šokti valsą vietoj tango. Tai padidina susidūrimų efektyvumą.









Mokslas...fui!

Patenkintas?

Tokia graži planeta...

PABAIGA