

# LA AVENTUROJ DE ANSELMO LANTURLUP'



## DIABLA ENERGIO !

Jean-Pierre Petit



Esperantigis Francis Bosch kaj Roland Platteau

Savoir sans Frontières

Association Loi de 1901

Villa Jean-Christophe, 206 Chemin de la Montagnère, 84120 France

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

Président : Jean-Pierre Petit

L'asocio Scio sen Landlimoj, fondita kaj prezidata de S-ro Jean-Pierre Petit, astrofizikisto, celas disvastigi sciencan kaj teĥnikan konon en kiel eble plej da landoj kaj en kiel eble plej da lingvoj. Tiucele ĉiuj liaj popolsciencaj libroj, verkitaj en la daŭro de tridek jaroj, kaj aparte la bildstriaĵ albumoj, kiujn li desegnis, estas nun libere alireblaj. Ĉiu ajn estas nun libera kopii la ĉi-jenan dosieron, ĉu en cifereca formo ĉu kiel presaĵon, kaj disvatigi ilin al bibliotekoj, ĉu lernejoj, ĉu universitataj, ĉu asociaj, kies celoj estu samaj kiel tiuj de l'asocio, kondiĉe ke ili ne ricevu monprofiton el tio, kaj ne havu ajnan politikan sektecan aŭ religian karakteron. Tiuj pdf-formataj dosieroj povas ankaŭ esti alŝutitaj en informadikaj retoj de lernejoj kaj universitataj bibliotekoj.

Johano-Petro Petit planas krei multajn aliajn tiajn verkojn, kiujn li disponigos al pli ampleksa legantaro. Eĉ nelegpovaj homoj povos legi ilin, pro tio ke la skribitaj partoj «parolos» kiam la legantoj suklikos ilin per la komputilo. Tiamaniere estos ebla utiligi tiujn verkojn por helpi al planon de legadinstruo. Aliaj albumoj estos «dulingvaj», en tio, ke estos ebla iri de traduko al alia inter elektitaj lingvoj per komputila klicko, kio estos alia maniero disvolvi prilingvajn kapablojn.

Jean-Pierre Petit naskiĝis en 1937. Li kariiris kiel franca scienca esploristo. Li laboris kiel fizikisto pri plasmaj, estris komputadan centron, kreis programojn, publikigis centojn da artikoloj en sciencaj revuoj, pri temoj irantaj de meĥaniko de l'fluaĵoj ĝis teoria kosmologio. Li publikigis pr. tridek librojn, kiuj estis tradukitaj al multaj lingvoj.

La asocion oni povas kontakti ĉe la jena retejo



# PROLOGO

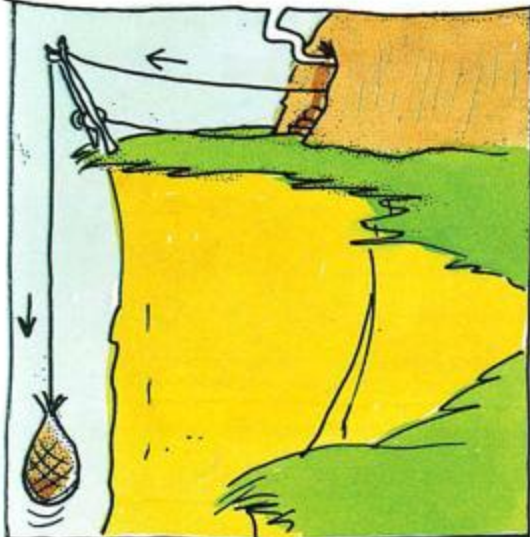


Kiam la nokto falis, ili rehejmgis en siajn kavernojn pezajn ŝtonojn varmigitaj de la suno dum la tago.





Do mi imagis sistemon por  
vespere tiri kavernen tiun  
platon kun varmaj ŝtonoj.



Kaj tage mi  
resuprenirigos mian  
ŝarĝon



Vi konservas  
POTENCIALAN  
ENERGION.



Helpas, sed kial  
ĉiam ni devas fari la LABORON ?

Kaj nun Anselmo, kion  
vi faras?



Mi plibonigas mian metodon  
por KONSERVI ENERGION

Tio estas



Ĉu vi volas diri, ke  
vi konservas energion  
EN tiu skatolo?



La sistemo, kiun mi inventis,  
reprezentas konservadon  
de INTERNA ENERGIO



Mi povas TRANSPORTI  
tiun energion kaj REUZI  
ĝin laŭvole.

AHAAAAAAAAA!





# HĚMIA ENERĜIO

Sofio, estis nur  
KONSERVADO de  
INTERNA ENERĜIO



Mi iom purigos la kavernon. Mi havas  
salpetron, sulfuron,...

Kaj tiun lignokarbon, restaĵoj  
de la arbara brulego kaŭzita  
de Dio Tondro



Devas esti purege,  
aŭ Sofio mortigos min!



Ankoraŭ tiu  
granda ŝtono



BUM!





Sofio ! Mi trovis ion! Estas  
ENERGIO en tiu NIGRA  
PULVORO, kiun mi inventis.



Ni povos uzi ĝin por kuiri  
nutraĵon kaj Varmigi nin.



Rigardu!

Laŭmiaopinie tio estas bona  
invento, sed uzi ĝin ne estas  
tre facila.



Ĉu mi devas rezigni?



Kaj kio okazas,  
se oni miksas tiun  
pulvoron kun sablo?

Funkcias!!! La sablo trankviligas la  
miksaĵon, kaj ĝi eligas pli malrapide  
sian energion !



La Varmellaso povas  
esti regata.

Ni ne plu frostos dum la Vintro.







# NUKLEA ENERĜIO





...skatoloj, kaj diabloj en ili?!



Laŭ iu legendo, ENERĜIO iam estis enfermata en la KERNOJ de kelkaj ATOMOJ kiel URANIO. Tiuj atomoj estis kreataj en sunoj, en iliaj inferaj varmegoj, kaj estis poste elĵetataj kaj enfermataj en la maso de la formiĝanta Tero.

Sed tiuj atomoj ne estas solidaj skatoloj, kaj de tempo al tempo iu kovrilo rompiĝas.



La legendo diras, ke, al la FINO DE LA TEMPOJ, ĉiu diablo eliros el sia skatolo, kaj la Universo ne plu havos tian specon de energio.



Kaj ĝi malŝvelos kiel porka veziko

Sed tio daŭrigos longan tempon, longegan tempon...



Ha, tamen

Kaj la Dioj estas dankendaj pro sia antaŭzorgado, ĉar ni povos longtempe uzi tiun energion.

Kaj, kiom da tempo la diabloj restas en la skatoloj? Kiom da tempo tiuj kernoj gardas la ENERĜION, kiun ili entenas?



Filo mia, tio dependas de la skatoloj, tio dependas de la Atomkernoj.



# DUONVIVO DE RADIOAKTIVA ELEMENTO

Imagu aron de skatoloj enhavantaj diablojn. Post iu tempo  $T$ , nomita duoniĝa tempo aŭ duonvivo, la duono de la skatoloj liberigos sian diablon. Dum sama daŭro  $T$ , la duono de la restantaj skatoloj ankaŭ malfermiĝos, kaj tiel plu. La duonvivoj povas esti tre malsamaj: miliardoj da jaroj aŭ onoj da sekundoj.



Kaj, se ne estus ĉiuj tiuj skatoloj kun siaj diabloj, ĉiuj tiuj energiplenaj atomoj, interne de la Tero, ni vintre multe plu malvarmiĝus.

Estus bona afero, se mi povus trovi ĉiujn tiujn energiplenajn atomojn



Suficus kunigi sufiĉe da ili en botelo, kaj mi povus varmiĝi min dum la tuta vintro

Atentu, Anselmo, la risortoj de la ATOMENERGIO estas multege pli fortaj ol la de la ĤEMIA ENERGIO, centojn da mil fojoj pli fortaj.



FLOP!

KERNO

Do la diabloj elĵetataj de la radioaktivaj kernoj havas multe pli grandan fortegon.

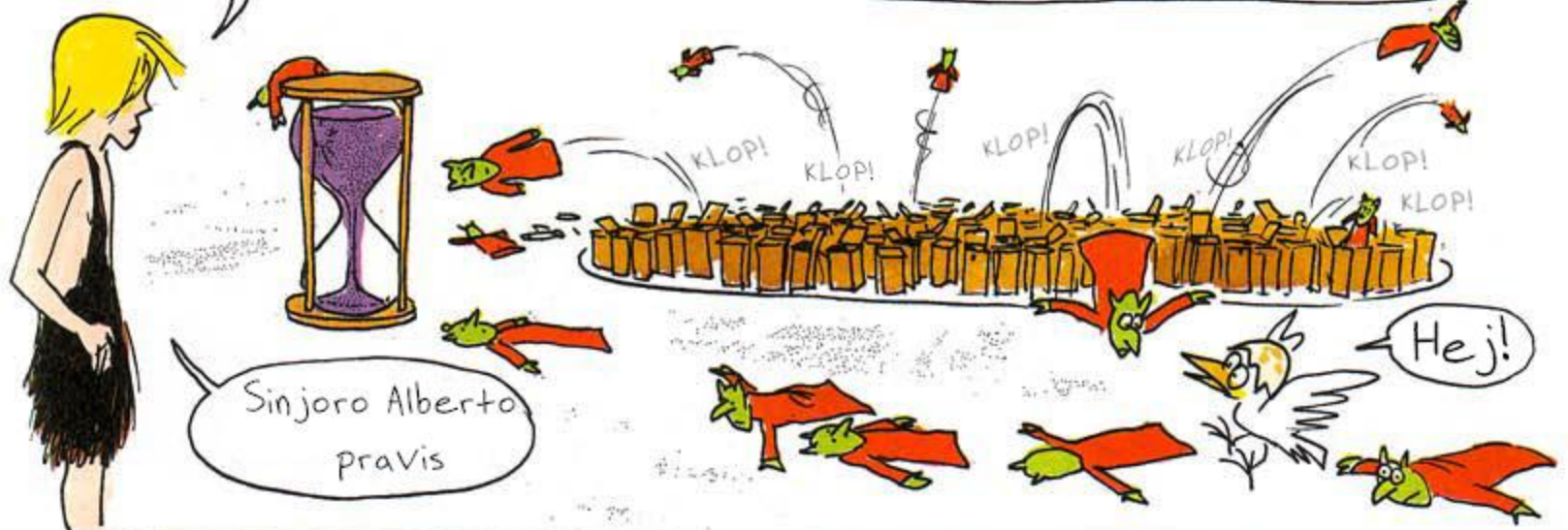


Mi vidos, ĉu tio, kion diris Sinjoro Alberto, estas ĝusta. La kovriloj de tiuj skatoloj glitas iom post iom kaj la skatoloj malfermiĝas unu post la alia.



Mi metas tiujn skatolojn unu apud la alia

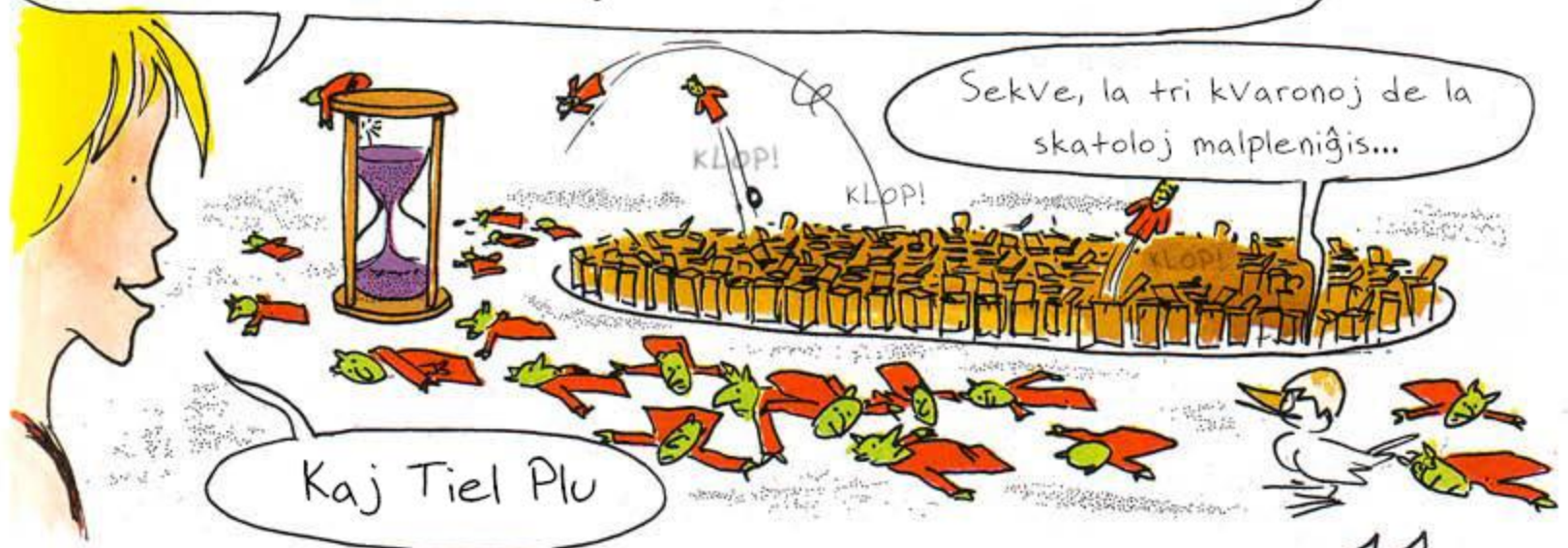
Bone! La duono de la skatoloj malpleniĝis post unu duonvivo.



Sinjoro Alberto pravis

Hej!

Post sama daŭro, la duono de la restantaj skatoloj ankaŭ eljetis sian diablon.



Kaj Tiel Plu

Sekve, la tri kvaronoj de la skatoloj malpleniĝis...



Resume, tio malrapidiĝas laŭtempe. La ritmo de la skatolmalfermo malpliĝas.

Unue la Tero devus esti multe pli radioaktiva

Poste tio trankviliĝis

# ENERGIA KONVERTO

Sed, kie estas la varmo en ĉio ĉi?

Eble ni povus meti tion en kuirpoton?

Ni provu...

Funkcias! La akvo sorbas la ERNERGION elsendita de la RADIOAKTIVAJ ATOMOJ kaj la ENERGIO iĝas VARMO.

Tamen, tiu NATURA RADIOAKTIVECO ne ellasas multe da ENERGIO.

Resume, granda kvanto de radioaktiva materio necesas por varmigi sin.



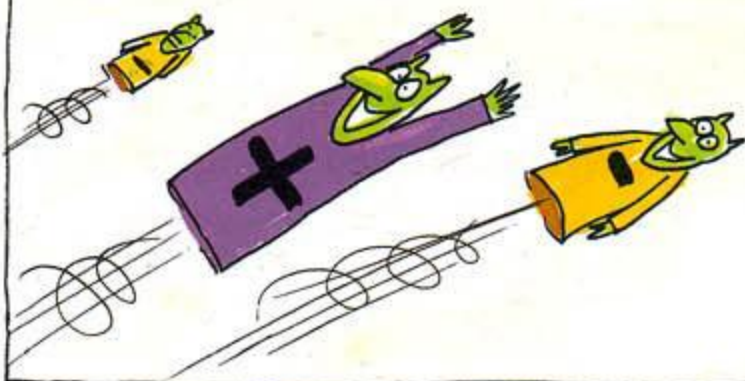
# LA DIVERSAJ SPECOJ DE DIABLOJ

Reale, ne estas nur unu speco de diabloj. La unua aĵo eligita de la kernoj estas Ikso-radiado aŭ Gama-radiado, speco de nevidebla lumo

Atentu!  
Ni alvenas!

Oni ekzemple povas sorbi ilin per sufiĉe dika plumba baro kaj ilia energio tiam iĝas varmo

Aliaj specoj de diabloj posedas ELEKTRAN ŜARGON

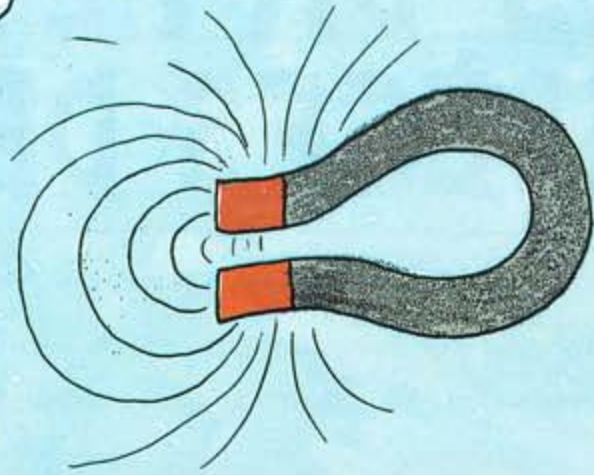


Kaj, ĉu ili iras rapide?

Tio dependas de ilia ENERĜIO. Ilia rapido povas valori plurajn dekmilojn da kilometroj en sekundo



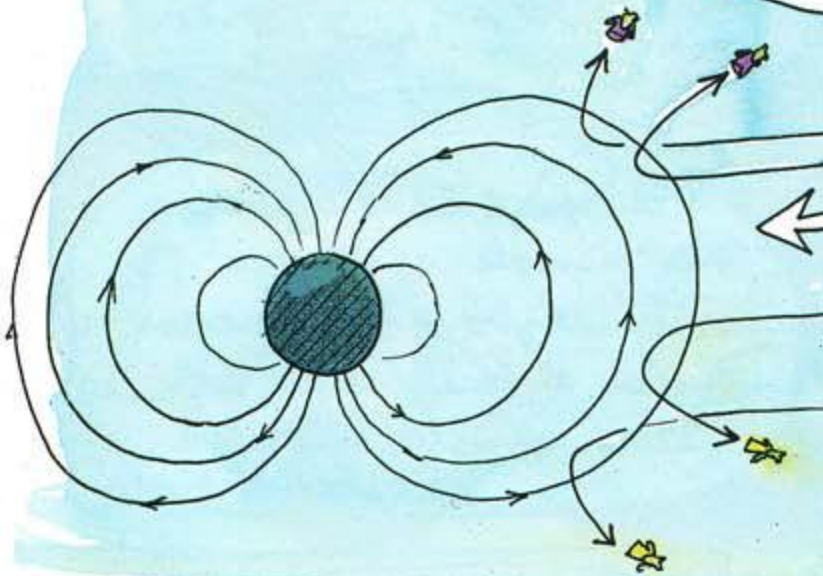
Per tiu rapido, ili devas trapasi ion ajn



Ne, ili resaltas sur MAGNETA KAMPO



Same, la ŝargitaj partikloj elĵetitaj el la Suno (suna vento) reflektiĝas sur la Tera magnetan kampo (\*)



Do, la Tero estas PROTEKTATA per sia magnetan kampo



Ho jes! Se la Tero ne havus tiun naturan magnetan baron, la ŝargitaj partikloj elĵetitaj el la Suno kaŭzus gravajn damaĝojn en la vivantaj histoj



La tria speco de diabloj estas la plej malbona: NEŬTRONOJ. Ilia rapido ankaŭ povas atingi 20 000 km/s. Ĉar ili ne havas ELEKTRAN ŜARGON, magneta baro ne povas ŝtopi ilin



Ĉiuj ĉi diabloj povas kaŭzi nekuraĉeblajn damaĝojn al la vivantaj histoj. Ni devas protektiĝi kontraŭ ili!

Neŭtronoj kaj elektre ŝargitaj partikloj havas maso  $m$ . Ilia kineta energio estas  $1/2mv^2$  kaj tiu kineta energio povas esti sorbita de solido, likvo aŭ gaso kaj ŝanĝita en varmon. Tamen, mi ŝatus scii iom plie pri tiuj kernoj.





# STABILECO DE KERNOJ

Por krei KERNOJN, necesas NEŬTRONOJ, PROTONOJ kaj partikloj nomitaj MEZONOJ

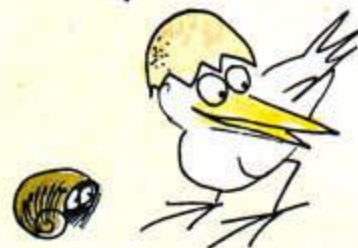


En la KERNOJ, la MEZONOJ ludas iome la saman rolon kiel la ELEKTRONOJ en la MOLEKULOJ : ili KUNTENIGAS ilin

Ĉu KERNOJ estas MOLEKULOJ?



Ne, KERNOJ estas kunmetaĵo de NUKLEONOJ. MOLEKULOJ estas kunmetaĵo de KERNOJ. Ni mem estas kunmetaĵo de MOLEKULOJ



ĤEMIO temas pri rearanĝo de MOLEKULOJ



NUKLEA FIZIKO temas pri rearanĝo de KERNOJ



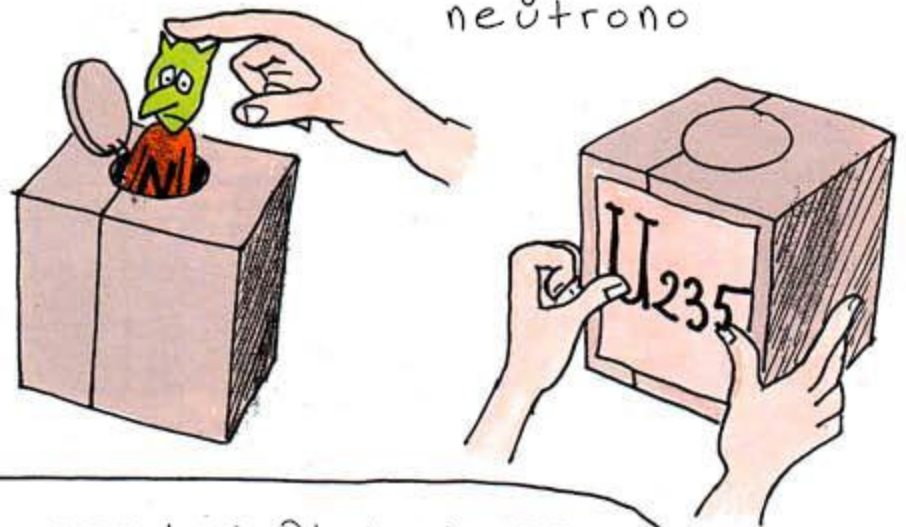
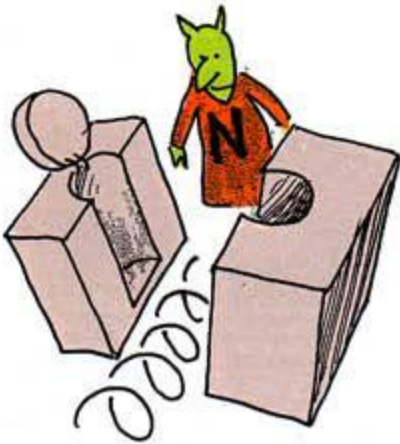
Oni konsideras,  
ke nestabila kerno  
estas kerno kun  
mallonga vivdaŭro

Sed kiam neŭtronoj efikas sur  
kelkaj kernoj (kiuj mem estas  
relative stabilaj, havante longan  
vivdaŭron), ili povas tute fendigi  
ilin kaj kaŭzi ilian krevadon, ilian  
FISION

Tio okazas je  
URANIO 235 kaj  
PLUTONIO 239

# FISIO

Oni povas reprezenti tiujn  
kernojn kiel kuniĝo de du  
malsamasaj blokoj kaj unu  
neŭtrono

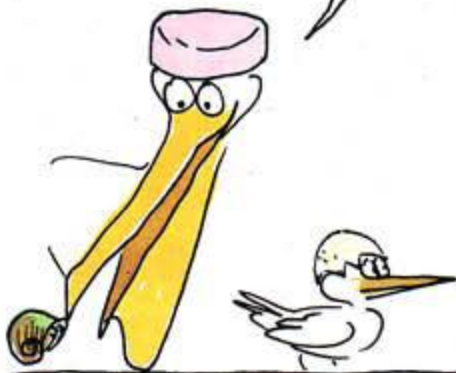


La kernoj de Uranio 235 kaj Plutonio 239  
havas iun ajn specon de natura  
radioaktiveco je longega duonvivo





Jen FISIA Reakcio. Ĉi tiu kerno de Plutonio renkontis neŭtronon, malstabiligis kaj fendigis. Tiu reakcio rezultas el sendaĵo de du neŭtronoj (\*)



Pu239

Mi serioze esploras tion



Anselmo kolektis multajn diabloskatolojn interne de cirklo kun radiuso R

Uranio 235 aŭ Plutonio 239



Kaj nun la energidiabloj eliras el siaj skatoloj



Tie ĉi temas pri NEŬTRONOJ

Hej! Nekredeble!



Tiu ĉi diablo, kolizianta kontraŭ najbara skatolo, estigis fendigomeĥanismon kaj ĝi ellasis sian neŭtronodiablon

(\*) Tiu estas nur skema bildo. Reale, la trafinta neŭtrono unue aliĝas al la fisiebla nukleo (U235 iĝas U236 kaj Pu239 iĝas Pu240). Estas tiuj novaj nukleoj, tre malstabilaj, kiuj preskaŭ tuj fendigigas



# ĈENA REAKCIO



Tiuj du diabloj ankaŭ kaŭzas la malfermon de du aliaj skatoloj!



kiuj, siavice...



Sofio, ni foriru de ĉi tie...



Ej! Kia afero!

Se la skatoloj estus realaj atomoj, la tuta energio en tiu Ĉena reakcio liberigus dum ono da sekundo





# SOJLAJ KONDIĈOJ

Kion fari por eviti tian katastrofon?

Facile: Ĉiu elĵetita diablo iras en iun ajn direkton kaj trairas ian distancon. Se la distribua areo de la skatoloj estas tro malgranda, tiu diablo ne malfermigis alian skatolon

Sed la skatola koncentriĝo devas esti pli alta ol ioma krita kvanto (\*)



Trans ĝi, la ĈENA REAKCIO ekas

(\*) Kutime nomita sojla maso aŭ krita maso aŭ kriza maso



Fakte, eblas trovi mezkvanton inter la tro malalta  
elsendaĵo de la NATURA RADIOAKTIVECO kaj la ĈENA  
REAKTIO. Kvankam malfacile, oni povas fiksi la nombron de  
diabloj elsenditaj en sekundo, t.e. la elsenditan energifluon.  
Variigante tiun KONCENTRIĜON.



## NUKLEA REAKTORO

Ĉu estas rimedo por pli  
bone regi tiun procezon?

Oni povus meti ion  
sorbanta la diablojn,  
la energion



Similas al muŝkaptilo




Mi provas




Kiam mi  
malsuprenigas la  
glupaperojn, mi sorbas  
la diablojn kaj mi  
laŭvole limigas la  
aktivecon de mia  
reaktoro





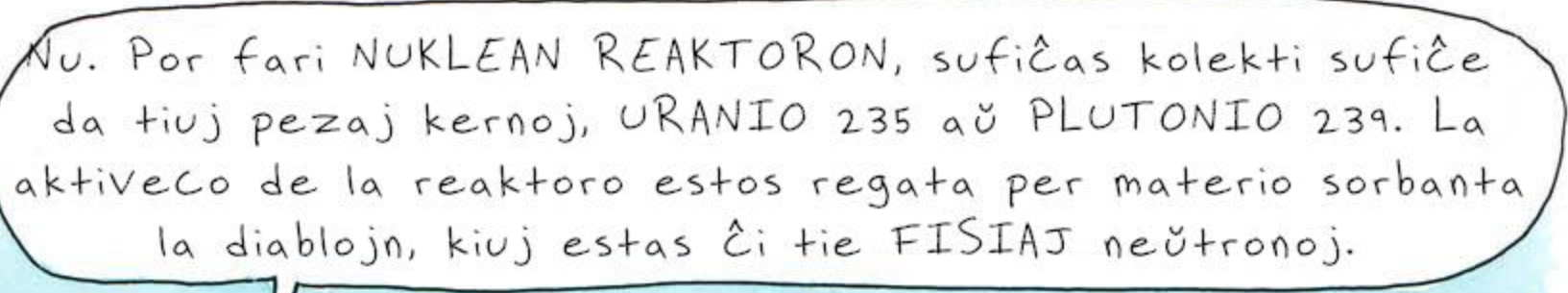
Kaj  
malsuprenigante  
iom pli viajn  
glubendojn, vi eĉ  
povas kvazaŭ  
haltigi vian  
reaktoron




Ĉiuj diabloj estas iom post  
iom kaptitaj. Estas preskaŭ  
neniuj ĉenaj reakcioj.



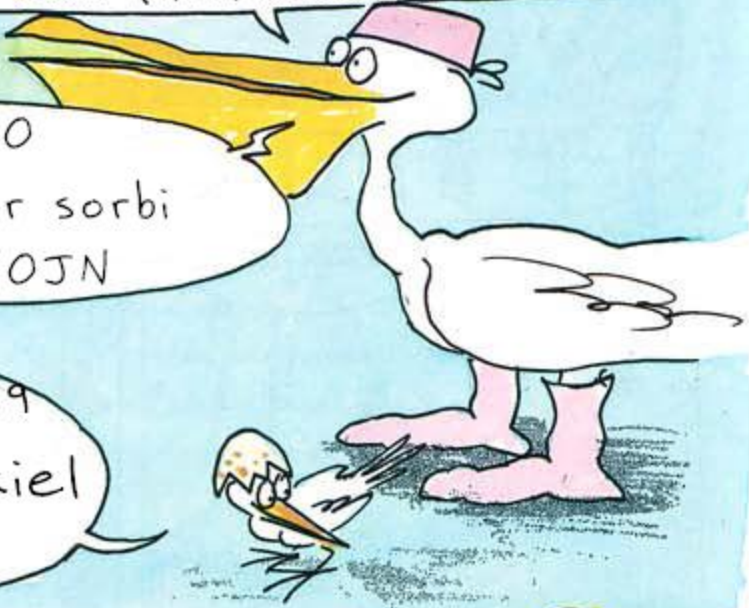
Restas la  
"normala" natura  
energielsendo de  
tiu radioaktiva  
materio, multe pli  
malgranda




Nu. Por fari NUKLEAN REAKTORON, sufiĉas kolekti sufiĉe  
da tiuj pezaj kernoj, URANIO 235 aŭ PLUTONIO 239. La  
aktiveco de la reaktoro estos regata per materio sorbanta  
la diablojn, kiuj estas ĉi tie FISIAJ neŭtronoj.



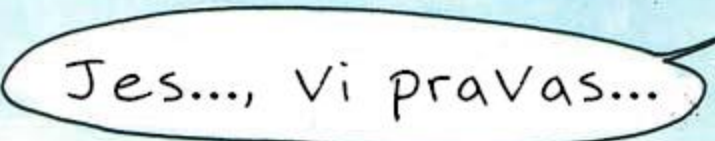
Reale, uraniaj ercoj entenas 0,7% da  
Uranio 235 (fisiebla). La cetero estas  
Uranio 238 (nefisiebla)



Kaj KADMIO  
estos uzata por sorbi  
la NEŬTRONOJN



Oni diras, ke Plutonio 239  
nature ne ekzistas. Do, kiel  
uzi ĝin en reaktoro?



Jes..., vi pravas...

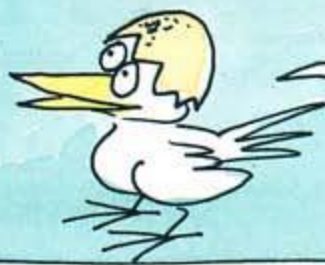


# FEKUNDA MATERIALO

Ankaŭ Uranio 238 povas esti rigardata kiel kunigo de du elementoj. Restas loko por unu neŭtrono



Alivorte, kiam urania reaktoro funkcias, ĝi enhavas miksaĵon de FISIEBLA materialo kaj FEKUNDA materialo. Do, ioma FISIEBLA materio estas produktata el la FEKUNDA materialo



Ioma materio...Kion tio volas diri?

Tio tute dependas de kiel oni funkciigas la reaktoron. Unue la FISIAJ NEŬTRONOJ estas elsenditaj al ĉiuj direktoj je 20 000 kilometroj en sekundo





# REAKTOROJ KUN RAPIDAJ NEŬTRONOJ

Tiuj RAPIDAJ NEŬTRONOJ bone interagas kun fekunda  $U_{238}$ , keante fisieblan  $Pu_{239}$ , je bona ritmo

Kion vi faras?



Poste, mi metas fekundan kovrilon el  $U_{238}$



La RAPIDAJ NEŬTRONOJ kuras je 20 000 km/s en la REAKTORA KORO. Se ili estus similataj kun gasmolekuloj, la temperaturo de la gaso estus 16 miliardoj da gradoj.

## POST TRI JAROJ

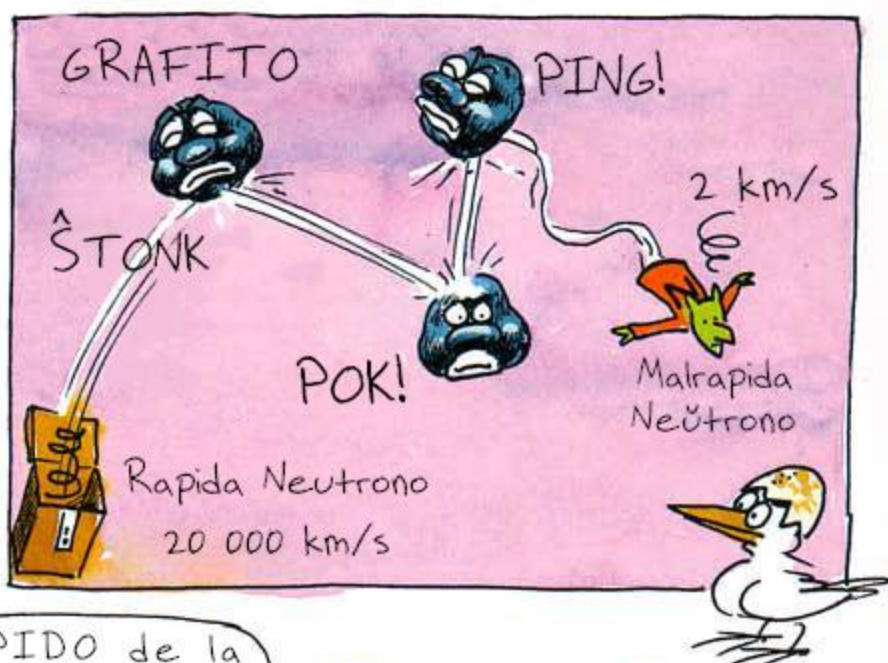
Ho! Anselmo produktis pli da fisiebla  $Pu_{239}$  ol li forkonsumis  $U_{235}$ . Tio estas SUPERGENERA REAKTORO (aŭ REGENERA REAKTORO)

Tio estas normala, ĉar ĉiu fisio produktas DU rapidajn neŭtronojn, kiuj ebligas 2  $U_{238}$  iĝi  $Pu_{239}$

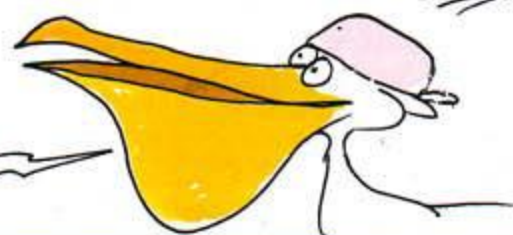


# REAKTORO KUN MALRAPIDAJ NEŬTRONOJ

Per KADMIO, mi povas sorbi la neŭtronojn kaj tiel regi la aktivecon de la reaktoro, kaj eĉ haltigi ĝin. Sed per GRAFITO aŭ PEZA AKVO, mi povas malrapidigi la neŭtronojn sen sorbi ilin. Ili estas MODERIGILOJ.



Tiel, la KINETA AGITADO-RAPIDO de la neŭtronoj povas esti malaltigita je 2 km/s. Tiu neŭtrona gaso, malvarma, estas je la ĝenerala temperaturo de la reaktoro



Iom da Pu239 estas ĉiam produktata, sed multe malpli ol en reaktoro kun rapidaj neŭtronoj

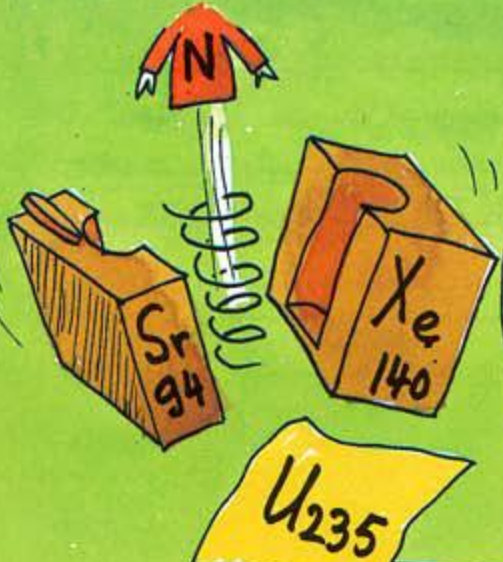
Ne estas preciza limo inter tiuj du specoj de reaktoroj. Ankaŭ estas reaktoroj kun "varmetaj" neŭtronoj, duonvoje inter la unu kaj la alia





# RADIOAKTIVA RUBO

## INDUKTITA RADIOAKTIVECO

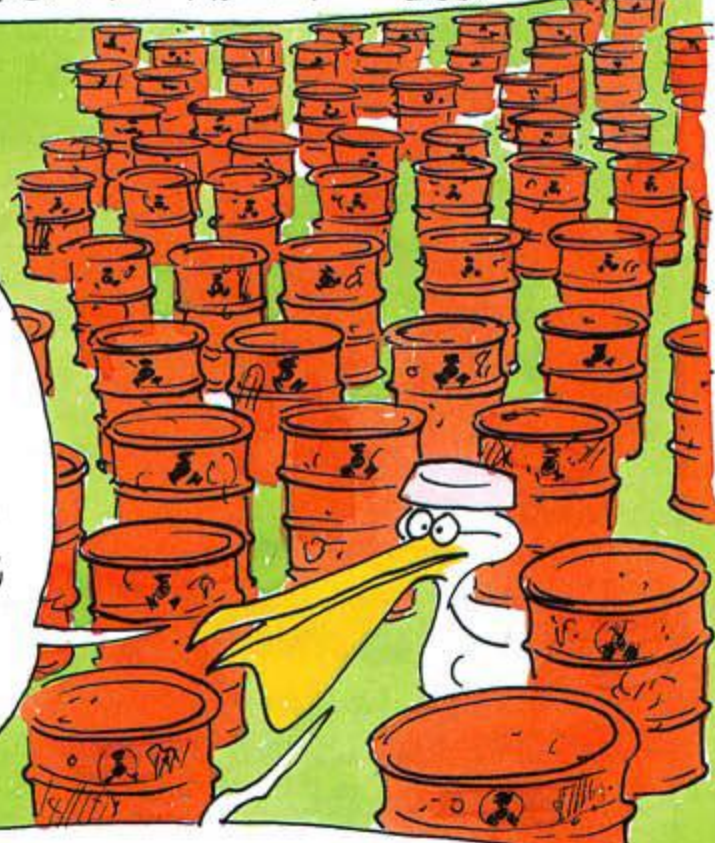


Povas okazi fendiĝo de  $U_{235}$  kaj  $Pu_{239}$  en du pecojn laŭ multaj diversaj manieroj. En ĉi tiu ekzemplo,  $U_{235}$  fendiĝas en Stroncion 94 kaj Ksenonon 140, radioaktivaj.

Notu, ke  $94 + 140 + 1 = 235$ .

Ĉio ĉi vere ĝenas.

Multaj FISIAJ PRODUKTOJ estas persistemaj kaj restas radioaktivaj dum longa tempo. STRONCIO fiksiĝas en ostojn kaj JODO en la tiroidon. Plutonio ankaŭ danĝeregas. Ĉio ĉi kaŭzas KANCEROJN kaj LEŬKEMIOJN.



Fisiaj neŭtronoj ankaŭ povas esti sorbitaj de kvietaj atomoj el la reaktora konstruaĵo, kiuj iĝas danĝeraj, nestabilaj kaj radioaktivaj atomoj, pliiĝante la ruban mason.



# LAŬPLAĈAJ RADIOELEMENTOJ



(\*) Radioaktiveco "alfa" (He-Kernoj) aŭ "beta" (elektronoj aŭ antielektronoj)



Frédéric kaj Irène JOLIOT-CURIE malkovris la ARTEFARITAJN RADIOELEMENTOJN en la 1930-aj jaroj. Tio ebligis la malkovron de la FISIO, post kelkaj jaroj.

Ho, rigardu! Anselmo malaperis, sed oni povas scii, KIE li ESTAS pro la diabloj eligitaj el sia ŝarĝo.



Irido 113 duonvivo 4 tagoj



Mi havas ideon. Se oni uzas tiun ARTEFARITAN RADIOAKTIVECON detektante tiun partiklan elsendon, oni povos SPURI kernojn

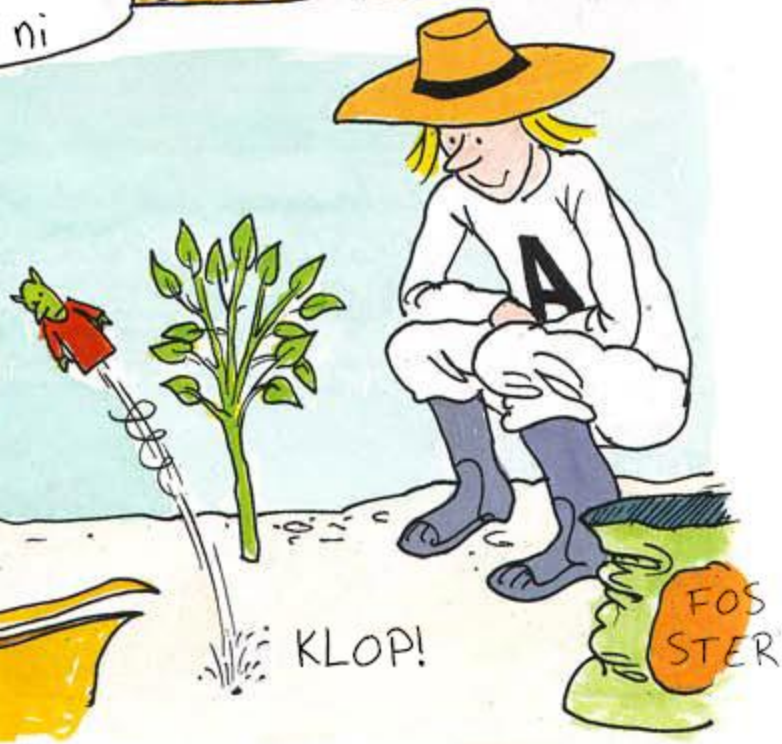
Oni povas eĉ fiksi kernojn, radioaktivajn izotopojn, sur biologiajn molekulojn (MARKADO). Tial, oni povas sekvi iliajn vojojn en la historioj.



Hej! Estas danĝera nestabilulo inter ni




Eblaj pacaj uzoj de la artefarita radioaktiveco estas multaj. Ekzemple, la migrado de sterkaĵo en la grundo povas esti esplorota, metante radioaktivan fosforan izotopon en fosfaton







# A-BOMBOJ




Dank'al NUKLEA FIZIKO, multe progresis la Scienco pri Arta Fajraĵo. Abrupte kunigante du masojn de fisiebla materialo ( $U_{235}$  aŭ  $Pu_{239}$ ) uzante eksplodaĵon, kritaj kondiĉoj naskiĝas kaj okazas intensa ĉena reakcio kun nekontesteblaj estetikaj efektoj



Kunigante ĉi tiuj du masoj, mi havas KRITAN MASON



Multegaj diabloj el ĉiuj specoj eliras kaj radioaktiva rubo atingas la altan atmosferon pro la supreniranta varmego. Dank'al tio, ankaŭ la najbaroj povas profiti de la radioaktiveco



Se vi volas aliĝi al la klubo de la GAJAJ PIROTEKNIKISTOJ, necesas havi puran fisieblan materialon (100%  $U_{235}$  aŭ 100%  $Pu_{239}$ ). Vi povas: aŭ purigi naturan Uranion, aŭ iri al la plej proksima reaktoro, kaj kolekti produktitan  $Pu_{239}$ , post ĉiu funkciadociklo.



Ĝi venas, ĝi venas!...



# FUZIO



Diru al mi, ĉu la suno estas planedo kun multe da Uranio, kaj ĉu ĝi estas varmega pro tio?

Ne Anselmo, tio ne estas ĝusta. En ĥemiaj reakcioj, unue estas miksaĵo de substancoj, ekzemple HIDROGENO kaj OKSIGENO

Tamen... Nenio okazas!?

Ĉar la temperaturo ne estas sufiĉe alta

Ni varmigu la miksaĵon

PAF!

Kio rezultas?

AKVO, H<sub>2</sub>O

Do estas reakcioj produktantaj multe da energio sen produkti danĝerajn substancojn

Ĉu oni iam uzos aviadilojn movigitaj per miksaĵo de Hidrogeno kaj Oksigeno (stokitaj en likva stato), ili lasis nur ... nubojn post si!



Ĝble ankaŭ eblas "bruligi"  
miksaĵon de kernoj

Se oni varmigas ilin  
je altega temperaturo

DEŬTERIO



TRICIO



HELIUMO



Oni povas reakciigi  
DEŬTERION kaj  
TRICION, kiuj estas  
du specoj de PEZA  
HIDROGENO (la kerno  
de malpeza hidrogeno  
enhavas nur unu  
protonon P). La kernoj  
de tiuj izotopoj nur  
malsamas pro la nombro  
de neŭtronoj. La miksaĵo  
Deŭterio-Tricio emas  
produkti Heliumon.

GRANDA DIABLA  
BALO

Tio estas peco de  
PEZA HIDROGENO, 50% da  
DEŬTERIO, 50% da TRICIO.  
Ĉe normala temperaturo, la  
ELEKTRONOJ rondiras ĉirkaŭ  
la kernoj kaj kunigas la  
molekulojn (ligante duope  
la kernojn)



Deŭteria molekulo



Tricia molekulo 31



Poste, la bala ritmo vere iĝas diablege. Molekuloj rompiĝas (disiĝo) kaj la elektronoj-abeloj rondiras nur ĉirkaŭ unu sola kerno



JE ĈIRKAŬ TRI MIL GRADOJ:

Ne eblas orbiti ĉirkaŭ tiuj kernoj, ili ade moviĝas

Pffff...

Jes, tio estas infero. Mi rezignas...

La varma gaso tiam iĝas supon el kernoj kaj liberaj elektronoj, VARMA PLASMO

Varmigu, Amiko, Varmigu!

Ekde 150 MILIONONOJ da GRADOJ (EKBRULIGA TEMPERATURO), io okazas

Ĉu vi scias ion? Se ni estus kvar, estus pli bone

Ili estas ekscititaj

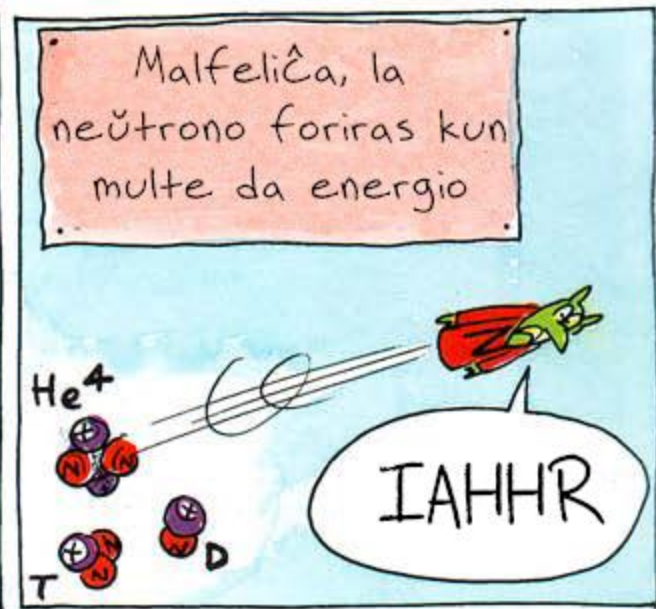
Ĉu vi kredas?

Mi sentas ruzaĵon en tio

Jes, je tiu temperaturo, estus pli STABILE

Hej, atendu!  $3 + 2 = 5$ , kaj Heliumo havas 4 nukleonojn, ĉu ne?





Nu, FUZIO estas tiel polua kiel FISIO, ĉar la fuziaj neŭtronoj ŝanĝos la najbarajn atomojn en radioaktivajn atomojn

Tamen, oni provas sorbi tiujn neŭtronojn per Litio 6, produktante Heliumon 4 kaj Tricion 3.



Alidirite, la litia 6 envovaĵo agas kiel "fekunda" materialo. Laŭsupoze, ĉi tiu reakcio produktas "fisian brulaĵon", Tricio 3

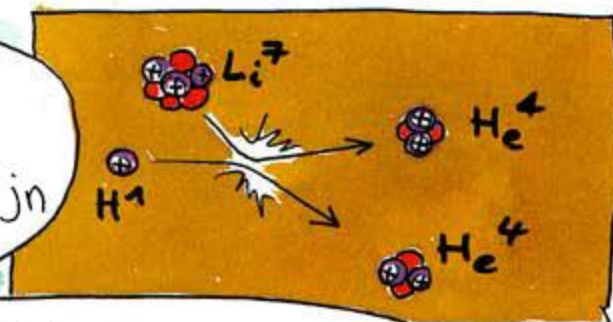
Jes, fusia reaktoro similas al regenera reaktoro. Kaj estas bone, ĉar Tricio ne estas stabila (\*), ĝi ne eksistas nature.



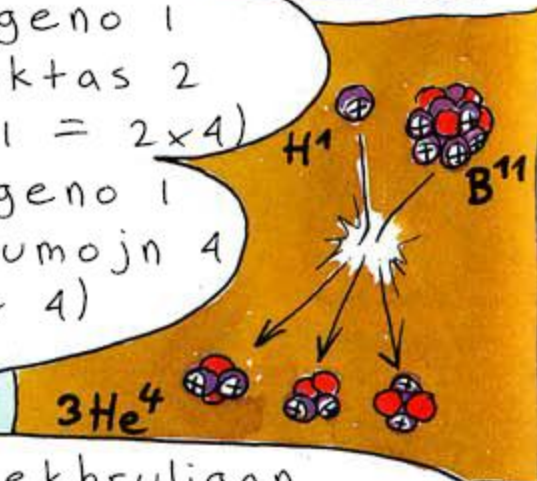
(\* ) La duonvivo de Tricio valoras nur 12 jarojn



Sed, mi legas, ke estas multaj fuziaj reakcioj, multaj kernaj rearanĝoj, kiuj ne produktas liberajn neŭtronojn



Litio 7 + Hidrogeno 1 (malpeza) produktas 2 Heliumojn 4 ( $7 + 1 = 2 \times 4$ )  
Boro 11 + Hidrogeno 1 produktas 3 Heliumojn 4 ( $11 + 1 = 3 \times 4$ )



La unua havas ekbruligan temperaturon de 500 Milionoj da gradoj. Kaj la dua, preskaŭ 1 miliardo da gradoj

Hmmm...Kompreneble...  
Praktike, kiel oni kunigas kernojn?

En la suna koro, tio okazas malrapide, je temperaturo de nur 15 milionoj da gradoj

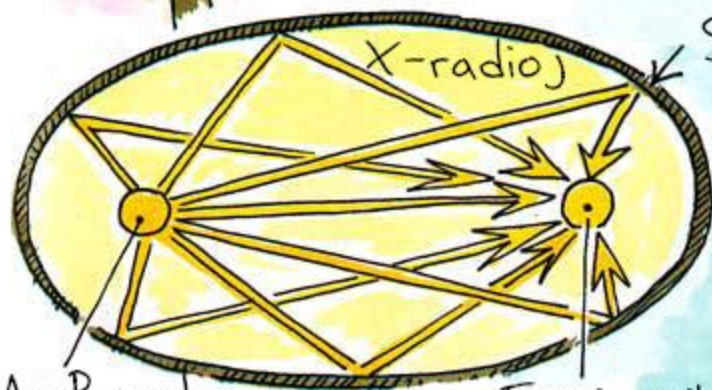
Do, la Suno estas nur ardaĵo...

Jes. Por krei nuklean "fajron", necesas 150 milionoj da gradoj, por ke la reakcioj okazu, ni diros, dum tempo de proksimume unu sekundo





Hm, Edward Teller produktis fuzion kreante novan Bombon. Ni ne volis fari tion. Tamen ni faris tion. Teller havis ideon (\*). Li havis ĉiam bonegajn ideojn. Kiam A-Bombo eksplodas, ĝi eksendas multegajn Ikso-Radiojn dum la unuaj miliononoj da sekundo. Teller proponis reflekti tiujn radiojn per speco de spegulo, kaj konverĝigi ilin al celo el miksaĵo de Deŭterio-Tricio



Fuzia miksaĵo je likva stato

Kaj, ĉu funkcias?



Bedaŭrinde jes, tre bone

(\* ) Edward Teller, esploristo ĉe LOS ALAMOS dum la milito, servis kiel modelo por la filmo "DOKTORO FOLAMOUR", 35




Teller eĉ konstruis  
la spegulon uzante  
Uranion 238

Kial uzi  
Uranion 238?

Pripensu... La H-Bombo eksplodas.  
La fisiaj neŭtronoj atakas la  
FEKUNDAN materialon U 238 kaj  
ŝanĝas ĝin en tuj fendigantan  
Pu 239

Tio estas la terura Bombo  
FISIO-FUZIO-FISIO

## FUZIO PER DIREKTITA ENERGIO



Oni provas produkti FUZION  
enfokusigante sur miksaĵon DEŬTERIO-  
TRICIO (en likva stato) ĉiujn ajn  
ENERGISPECOJN: Radiadoj eligante de  
potencegaj laseroj, diversaj partikloj:  
elektronoj, kernoj eligitaj de akceliloj.  
La necesa povumo estas nekredebla.  
Por startigi tiun TERMONUKLEAN fajron,  
necesas koncentri (dum kelkaj miliardonoj  
da sekundo) povumon saman kiel suna  
spegulo kun areo granda kiel Francujo  
sur sferon kun diametro  
malpli granda ol 1 mm!

La MOMENTA POVUMO estas grandega.  
Tamen la tuta ENERGIO estas malgranda:  
Tiu nuklea "alumeto" egalas ducent  
gramojn da pulvo



# EPILOGO

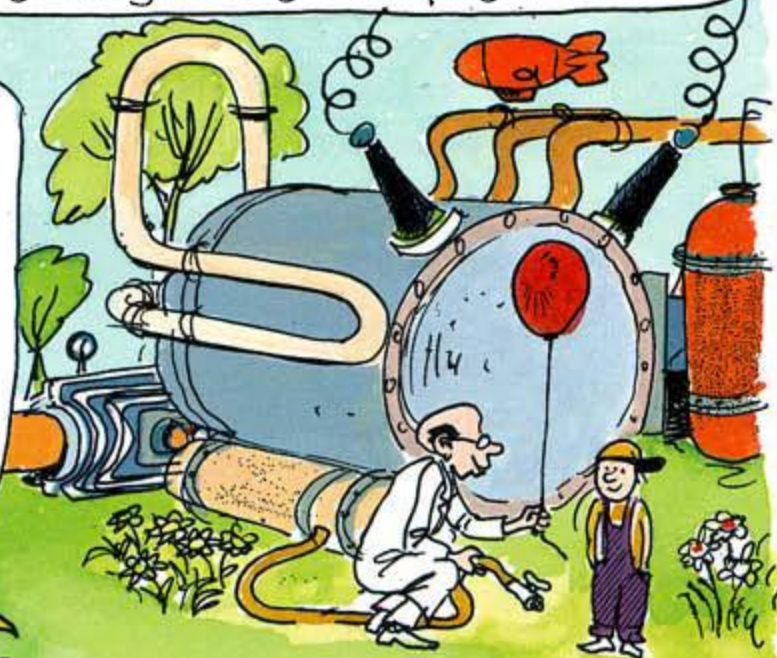


(\* ) Bildo de atomistoj: la reaktoro, transirante la Teron, aperus ... en Ĉinujo!...



En fuziaj reakcioj, ne estas liberaj neŭtronoj, kaj teorie eblas ENSLOSI tiujn FUZIAJN PLASMOJN per potencaj magnetaj aparatoj (ŝargitaj partikloj "foriras" de lokoj kun intensaj magnetaj kampoj)

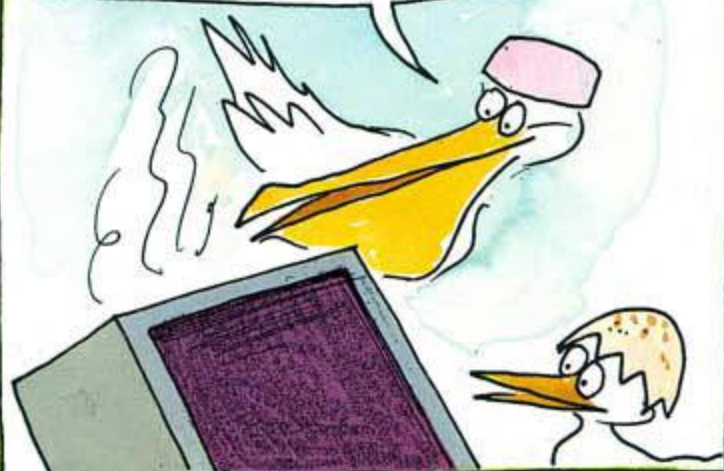
KIA ORA EPOKO!  
Senruba fuzia centralo  
(Litio-Hidrogeno aŭ Boro-Hidrogeno). Nur unu reakcia produkto: Heliumo, kiun oni povus uzi por ŝveligi balonojn por la infanoj!...



Lasu min ridi, tio ĉi estas nur revo!

Tamen, estas KATALIZAJ FORNOJ, kiuj povas hejti la domon sen uzo de kamentoj, kun fermitaj fenestroj

Tio estas vera. Ili produktas akvovaporon kaj karbonan dioksidon, kiujn oni povas spiri en malgranda kvanto



Ĉu ekzistus FUZIAJ KATALIZILOJ, kiuj permesus agi je sufiĉe malalta temperaturo?



Oni jam konas unu: Karbono



Nu, kiel la Suno elturniĝas por funkcii per fuzio, kvankam la temperaturo de ĝia centro estas nur 15 MILIONOJN da gradoj, t.e. DEK FOJOJN MALPLI ol la EKBRULIGA TEMPERATURO, kiu valoras 150 MILIONOJN da GRADOJ?

Karbono estas uzata kiel katalizanto. Ĝi partoprenas en sufiĉe kompleksaj reakcioj kaj poste estas reproduktota.

Tio komenciĝas kun Karbono 12 + Hidrogeno 1 produktante Nitrogenon 13. Poste la Nitrogeno 13 iĝas Nitrogenon 15. Kaj fine: Nitrogeno 15 + Hidrogeno 1 iĝas Karbono 12 + Heliumo 4 (Ciklo de Bethe)

Tamen, tiu reakcio estas multe tro MALRAPIDA, krom por la Suno (kiu havas sian tutan tempon).

## LA MUONOJ

Kompleksaj ĥemiaj reakcioj povas aperi en malvarma gasa miksaĵo, bombardante la molekulojn per elektronoj el banala elektra malsarĝo

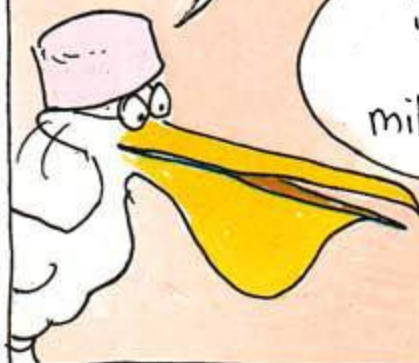


Ekzemple:  
 $2 \text{CH}_4$  (metano)  
+  $\frac{1}{2} \text{O}_2$  produktas  
 $\text{C}_2\text{H}_2$  (etino) +  $3\text{H}_2$



En molekulo, eblas anstataŭigi elektronojn per MUONOJ, t.e. partikloj kiuj similas al grandaj elektronoj kaj proksimigas la kernojn unu al la aliaj

Do, kial ne bombardi "varmetan" fuzian miksaĵon per muonoj?





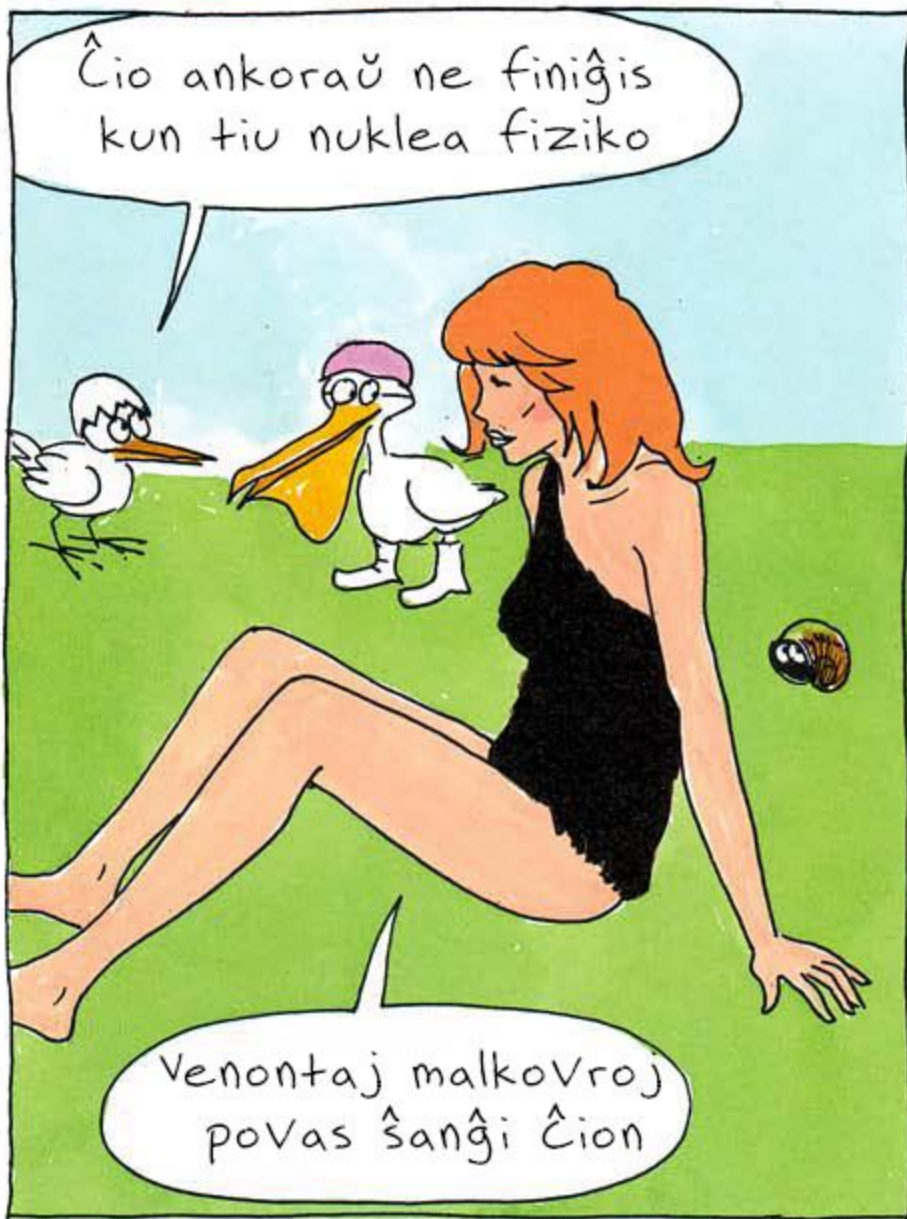
Ĉu tio funkcias?

NENIU PROBLEMO, SINJORO. Oni povas krei Muonojn en akceliloj. Kiam ili frapas deŭteriajn kaj tricijajn kernojn, heliomo estas produktata. Do estas fuzio. Tamen, funkciebla industria fuzio ne estas la sama afero kiel tiu mikrofizika eksperimento, temante pri kelkaj partikloj

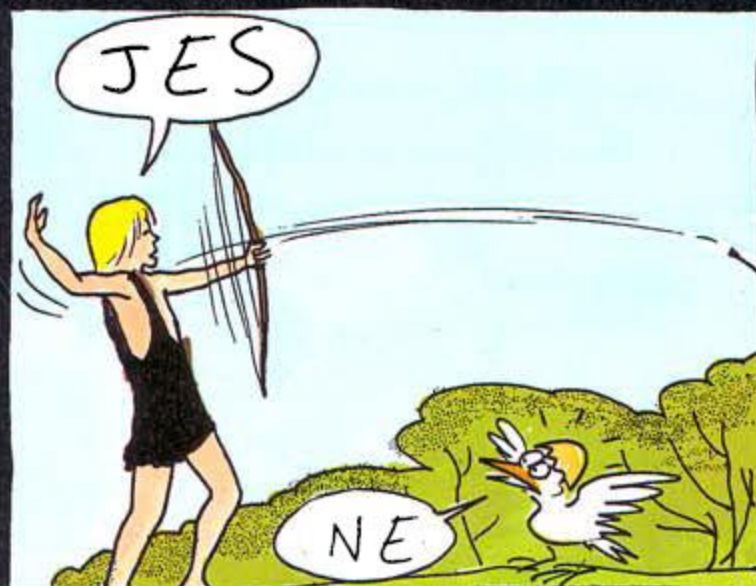
Oni ankaŭ povas efiki sur la SPINOJ de la kernoj, kiuj dancos valson anstataŭ tangon. Tiel, kolizioj estos pli efikaj











Mi jam diris,  
ke inventi la FAJRON  
estis grava eraro





scienco, Pfff

Feliĉa?

tiel bela  
planedo