

ПРИКЛЮЧЕНИЯТА НА  
АНСЕЛМ ЛАНТЮРЛЮ

**ANSELME  
LANTURLU** 

# Енергетично ваш

Жан-Пиер Пети

Преведено от Константин Коцев



# Знание без граници (Savoir sans Frontières)

Според Закона за асоциациите от 1901 г.



## **Жан-Пиер Пети, президент на Асоциация „Знание без граници**

Астрофизик по профсия, Жан-Пиер Пети е работил като изследователски директор в Националния център за научни изследвания на Франция (CNRS). Създател е на нов жанр – научния комикс. През 2005 г. съвместно с приятеля си Жил д’Агостини създава асоциацията „Знание без граници” (Savoir sans Frontières), с цел да разпространява безплатно из цял свят познанието, включително постиженията на науката и техниката. Асоциацията, която се финансира чрез дарения, заплаща на преводачите по 150 евро (през 2007 г.), като поема и разносните по банковия превод. Броят на преводачите, както и на преведените комикси, се увеличават с всеки изминал ден. През 2007 г. на разположение за безплатно теглене са 200 комикса на 28 езика, сред които лаоски и един от езиците, говорени в Република Руанда.

Настоящият pdf файл може да бъде свободно теглен и възпроизвеждан - целият или откъс от него; може да бъде използван от учащи се в рамките на тяхното обучение, при условие, че не се употребява с комерсиални цели. Може да се разпространява от общински, училищни и университетски библиотеки в печатен вид или чрез Интернет.

Авторът си е поставил задачата да обогати и допълни тази колекция, първоначално с комикси за 12-годишни читатели. В момента се работи върху „говорещи” комикси за неграмотни, както и върху двуезични комикси, които да послужат за изучаването на чужд език, изхождайки

и непрекъснато нови преводачи, които да превеждат на своя роден език и притежават техническите умения, за да направят добри преводи на комиксите.

За връзка с Асоциацията:

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

Банкови данни за Франция

Relevé d'Identité Bancaire (RIB) :

<u>Etablissement</u>	<u>Quichet</u>	<u>N° de Compte</u>	<u>RIB</u>
20041	01008	1822226V029	88

**Domiciliation :**

La banque postale

Centre de Marseille

13900 Marseille CEDEX 20

France

**За други страни – Международен номер на банкова сметка (IBAN) :**

<b>IBAN</b>
FR 16 20041 01008 1822226V029 88

**и Банков идентификационен код (BIC) :**

<b>BIC</b>
PSSTFRPPMAR

Статутът на Асоциация „Знание без граници” може да бъде намерен на френски език в страницата на Асоциацията. Счетоводният баланс също е достъпен в страницата. Асоциацията не задържа никаква част от даренията, с изключение на сумите, нужни за банковите преводи, за да могат преводачите да получат посочената чиста сума.

Всички членове на Асоциацията работят на доброволни начала и не са заплатени от нея. Самите те поемат разноските по дейността на Асоциацията, в частност и за поддържане на страницата в Интернет. С това искаме да ви уверим, че колкото и да е сумата, която ще дадете в полза на това „културно, хуманно дело”, тя *цялата* ще бъде използвана на заплащане на хонорарите на преводачите. Всеки месец на нашата страница се появяват десетина нови превода.



# Увод

Имало едно време свят, в който хората не са познавали огъня. Те са готвели храната си, излагайки я на слънце.



Би било добре, да открием нещо друго...

Когато се спускала нощта, те вкарвали в пещерите си тежки камъни, запазили слънчевата топлина.



...съсипващо...

Спиш ли?

Не, камъните вече са изстинали.



Замръзваме...

Като дойде зима, ще стане още по-зле. Половината племе вече е хремаво.

Какво правиш?

Търся начин да **СКЛАДИРАМ ЕНЕРГИЯТА.**



ПЕЩЕРА

КАМЪНИ

ДЪСКИ

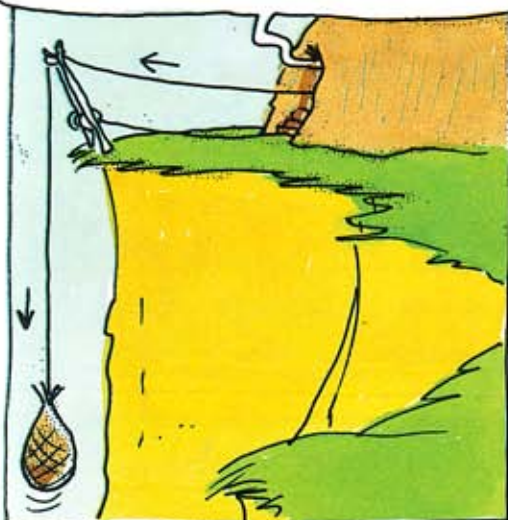
ТЕЖЕСТ



Наистина е трудно всяка вечер да вкарваме бързо тези камъни.



Така че измислих устройство, което всяка вечер да изтегля горещите камъни вътре в пещерата.



А през деня качвам обратно моя товар.



Ти складираш ПОТЕНЦИАЛНА ЕНЕРГИЯ.



Лесно е. Но защо трябва все ние да вършим РАБОТАТА?

Какво правиш сега, Анселм?



Усъвършенствам системата си за СКЛАДИРАНЕ НА ЕНЕРГИЯТА.

Готово!



Искаш да кажеш, че си складираш енергията ВЪТРЕ в тази кутия?



Устройството, което измислих, представлява складиране на ВЪТРЕШНА ЕНЕРГИЯ.



Енергия, която можеш да ПРЕНАСЯШ и ИЗПОЛЗАШ ОТНОВО, колкото си искаш.

БАУУУУ





Софи! Това просто  
е СКЛАДИРАНЕ НА  
ВЪТРЕШНА ЕНЕРГИЯ!

# ХИМИЧНА ЕНЕРГИЯ

Ще поразчистя малко пещерата.  
Гледай ти, селитра, сяр...

И тези дървени въглища,  
останали от пожара в  
гората, предизвикан от  
Бога на гръмотевиците.

Трябва да е чисто,  
иначе Софи ще ме убие.

...остава този  
голям камък.

# БУУМ!



Софи! Открих! В този  
**ЧЕРЕН ПРАХ**, който току-що  
изобретих, има **ЕНЕРГИЯ**.



Ще можем да я използваме,  
за да готвим храна и да се  
топлим!



Ще видиш...

Ако искаш да знаеш моето мнение,  
това е добро откритие, но не е  
много лесно за използване.



Трябва ли да се откажа?



А ако смесим  
този прах с пясък?

Получава се!!! Пясъкът укротява  
тази смес и тя освобождава  
по-бавно енергията си!



Отделянето на  
топлина може да  
се контролира.

Няма да замръзнем от студ тази зима...





Това топли много,  
но трудно се диша.



Искаш да кажеш, че можем  
да пукнем от него.



Готово. Ако складираме  
пушека в този мех, вече е по-добре.

Той се превръща в прах,  
така че мога да се отърва  
от него.



Добре. И все пак не е особено удобно...



Не мога да изхвърля това  
където ми падне. Иначе ще  
отровя водата в езерото.

# ЯДРЕНА ЕНЕРГИЯ

Виж ти, странно.  
Водата в този извор е вряла.



Откъде идва  
енергията?

Дали под повърхнос  
тта на Земята няма  
дяволи?





...кутии, с дяволи в тях?



Една легенда разказва, че някога **ЕНЕРГИЯТА** е била затворена в **ЯДРАТА** на някои **АТОМИ** като **УРАНА**. Тези атоми са създадени в слънцата, в дяволските им пещи, после изхвърлени и затворени в недрата на Земята при образуването ѝ.

Но тези атоми не са здрави кутии. И от време на време някой капак изпуска.



Легендата разказва, че в **КРАЯ НА ВРЕМЕТО** всички дяволи ще излязат от кутиите и Вселената вече няма да притежава такава енергия..



Но това ще отнеме време, много време...



И колко време дяволите остават в кутиите? Колко време тези **ЯДРА** запазват **ЕНЕРГИЯТА**, която притежават?





# ПЕРИОД НА РАДИОАКТИВНИЯ ЕЛЕМЕНТ

Ако вземем определено количество кутии, съдържащи дяволи, след дадено време  $T$ , наречено ПЕРИОД НА ПОЛУРАЗПАДАНЕ или само ПЕРИОД, ПОЛОВИНАТА от кутиите ще освободят своите дяволи. След още толкова време половината от останалите кутии на свой ред ще се отворят. И така нататък. Този период на полуразпадане може да бъде различен: милиарди години или частици от секундата.



Ако ги нямаше тези кутии с техните дяволи в тях, всички тези ядра, заредени с енергия, в сърцето на Земята, щеше да ни е много по-студено през зимата.

Би било добре, ако можех да намеря всички тези атоми, заредени с енергия.



Стига ми да събера достатъчно в една бутилка, за да се топля цяла зима.

Внимавай, Анселм, скритата мощ на ЯДРЕНАТА ЕНЕРГИЯ е много по-голяма от тази на ХИМИЧНАТА ЕНЕРГИЯ. СТОТИЦИ ХИЛЯДИ ПЪТИ ПО-ГОЛЯМА.



Дяволите, излъчени от радиоактивните ядра, изригват мощно.



Нека видим дали това, което казва господин Албер, е верно. Капаците на тези кутии се плъзгат постепенно. Така те се отварят една по една.



Поставям тези кутии една до друга.

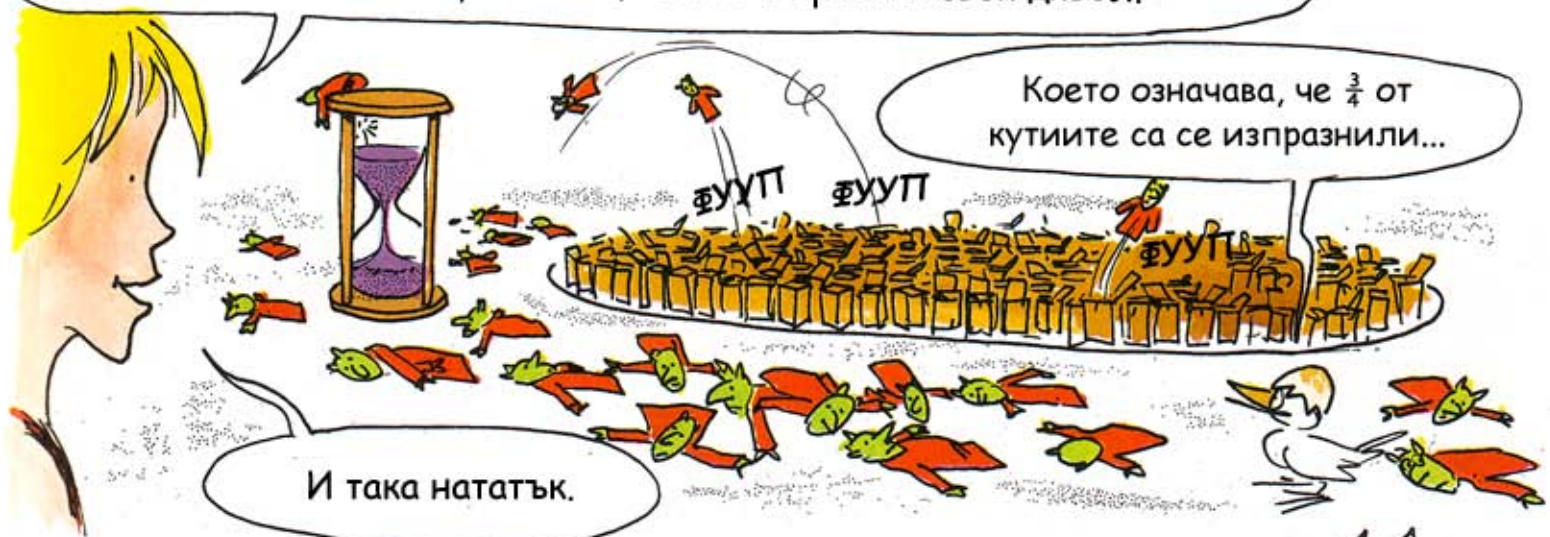
Хубаво, като изтече времето на полуразпад, половината от кутиите са се изпразнили.



Господин Албер беше прав.

Ей!

Накрая на втория идентичен интервал от време половината от останалите кутии също са изхвърлили своя дявол.



И така нататък.

Което означава, че  $\frac{3}{4}$  от кутиите са се изпразнили...



Накратко, процесът се забавя с времето. Темпото на отваряне на кутиите намалява.

Земята трябва да е била много по-радиоактивна в началото.

И после се успокоява.

# ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ЕНЕРГИЯТА

Но къде тук се намира  
ТОПЛИНАТА?

А ако сложим  
всичко това в  
една тенджера?

Да опитаме...

Получава се! ЕНЕРГИЯТА, излъчвана от тези РАДИОАКТИВНИ АТОМИ,  
се поема от водата и СЕ ПРЕВРЪЩА В ТОПЛИНА.

Но тази ЕСТЕСТВЕНА РАДИОАКТИВНОСТ  
не отделя много ЕНЕРГИЯ.

Накратко, необходимо е  
голямо количество радиоактивен  
материал, за да можем  
да се стоплим.

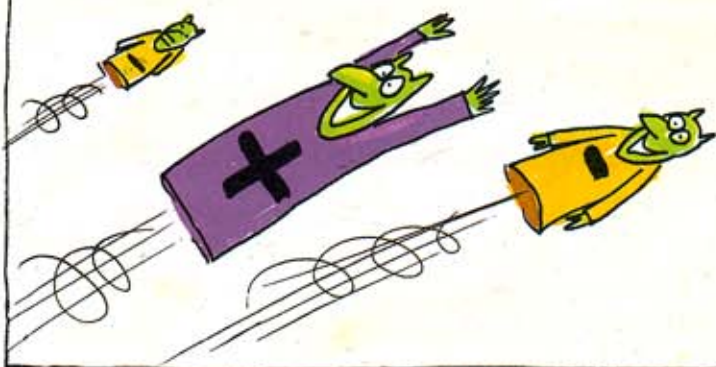


# РАЗЛИЧНИТЕ ВИДОВЕ ДЯВОЛИ

На практика няма един-единствен вид дяволи. Първото нещо, което ядрата могат да излъчат, е РЕНТГЕНОВИ ИЛИ ГАМА ЛЪЧИ. Нещо като невидима светлина.



Друг вид дяволи са тези, които притежават ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ЗАРЯД.

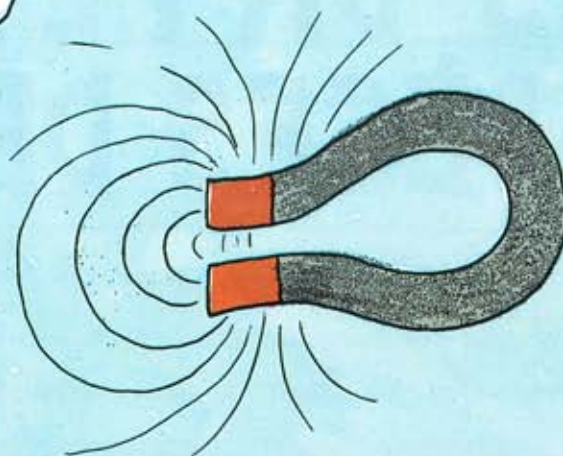


Те бързо ли се движат?

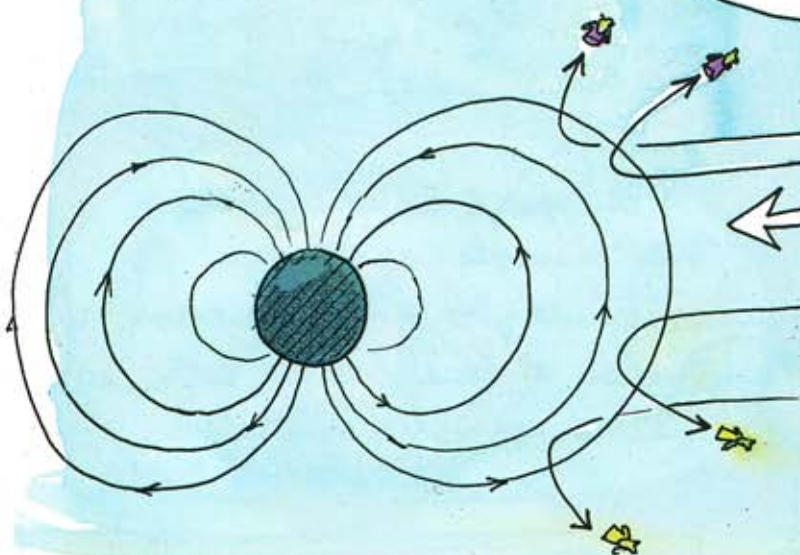
Зависи от тяхната ЕНЕРГИЯ. Но скоростта им може да достигне десетки хиляди километра в секунда.



С този устрем вероятно могат да преминат през всичко...



Не, представи си, че те отскачат от МАГНИТНОТО ПОЛЕ.



Така заредените частици, които излъчва Слънцето (Слънчевият вятър), се отразяват от земното магнитно поле (\*).



Следователно Земята е ЗАЩИТЕНА от своето магнитно поле.



Да. Ако Земята не притежава тази естествена магнитна бариера, натоварените частици, излъчени от Слънцето, щяха да причинят сериозни щети на живата материя.



Третият вид дяволи е най-лошият: НЕУТРОНИТЕ.  
И те могат да достигнат скорост от 20 000 км/сек.  
Тъй като те нямат ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ЗАРЯД, не  
могат да бъдат спрени от магнитна бариера.



Всички тези дяволи могат да причинят  
необратими щети на живата материя.  
Трябва да се предпазим от тях.

Неутроните и електрически заредените  
частици имат маса и пренасят кинетична енергия  
 $\frac{1}{2}mV^2$ , която може да бъде поета от твърдо тяло,  
течност или газ и преобразувана в топлина.  
Но бих искал да знам повече за тези ядра.





# СТАБИЛНОСТ НА ЯДРАТА

За да се образуват ЯДРА, трябвав НЕУТРОНИ, ПРОТРОНИ и частици, наречени МЕЗОНИ.



Уран 235  
92 ПРОТРОНИ  
+ 143 НЕУТРОНИ  
= 235 НУКЛЕОНИ



Плутоний 239  
94 ПРОТРОНИ  
+ 145 НЕУТРОНИ  
= 239 НУКЛЕОНИ



ЯДРО

МЕЗОНИ

МЕЗОНИТЕ в ЯДРАТА играят нещо като ролята на ЕЛЕКТРОНИТЕ в МОЛЕКУЛИТЕ: осигуряват СЦЕПЛЕНИЕТО.

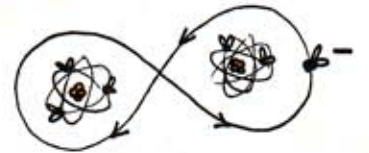
Значи ЯДРАТА са МОЛЕКУЛИ?



Хелий (ядро)

Амоняк (молекула)

ЯДРАТА са съвкупност от НУКЛЕОНИ. МОЛЕКУЛИТЕ са съвкупности от ЯДРА. А ние самите сме съвкупност от молекули.



Електронът осигурява МОЛЕКУЛНАТА ВРЪЗКА.

ХИМИЯТА разглежда преподреждането на МОЛЕКУЛИТЕ.



ЯДРЕНАТА ФИЗИКА изучава ПРЕПОДРЕЖДАНЕТО на ЯДРАТА



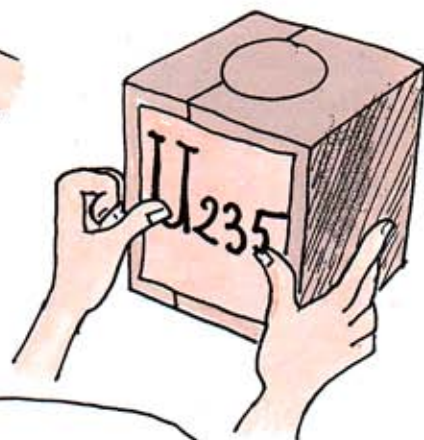
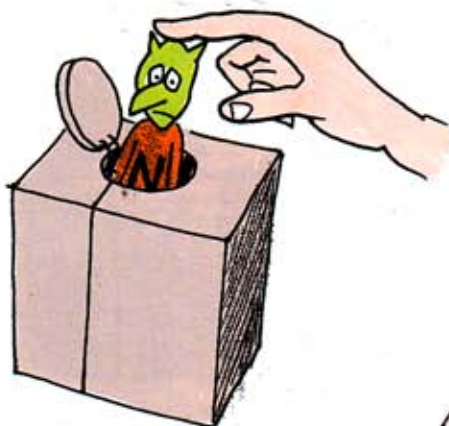
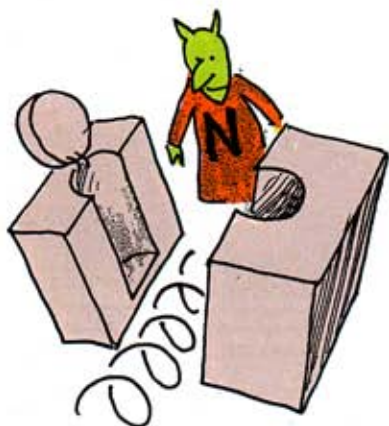
За НЕСТАБИЛНО се смята ядрото с кратък живот.

Но неутроните, ако въздействат на върху някои ядра (самите те относително стабилни, защото имат дълъг живот) могат да ги дестабилизируют напълно и да предизвикат пръсването им, ДЕЛЕНИЕТО им.

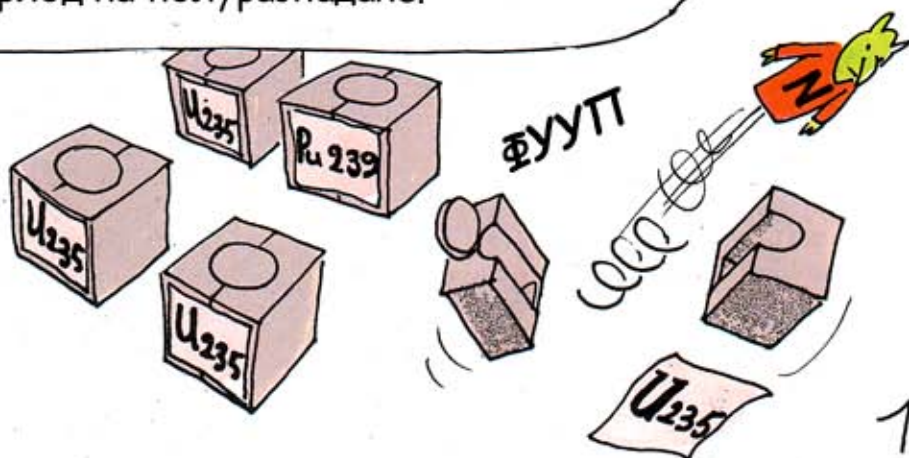
Такъв е случаят с УРАН 235 и ПЛУТОНИЙ 239.

# ДЕЛЕНИЕ

Тези ядра могат да бъдат представени като съвкупност от два блока с различна маса и един неутрон.

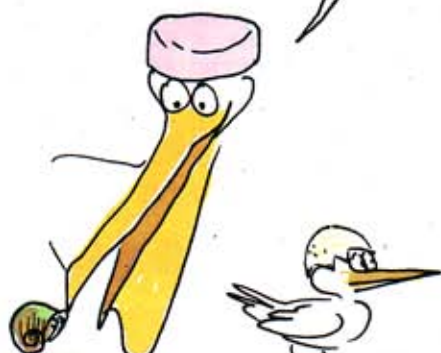


Ядрата на уран 235 и на плутоний 239 притежават определен вид естествена радиоактивност, свързана с много дълъг период на полуразпадане.





Ето една реакция на ДЕЛЕНИЕ. Срещата с един неутрон дестабилизира ядрото на плутония, което се пръсва. Резултатът от тази реакция е изпускането на 2 неутрона. (\*)



Ще проуча това отблизо.

Анселм събра голямо количество кутии, пълни с дяволи, в кръг с радиус R.

Уран 235 или плутоний 239



И ето че дяволите на ЕНЕРГИЯТА излизат от кутиите си.

Стига, бе!



Тук става дума за НЕУТРОНИ.

Този дявол, удрайки съседна кутия, отприщва механизма на пръсването ѝ и на освобождаването на неутрона-дявол, който е в нея.



# ВЕРИЖНА РЕАКЦИЯ



Тези два дявола на свой ред предизвикват отварянето други на две кутии!







# КРИТИЧНИ УСЛОВИЯ

Какво трябва да направим, за да избегнем тази катастрофа?

Просто е: когато дяволът е изхвърлен, той поема в случайна посока и преминава известно разстояние. Ако кутиите са разположени нарядко, дяволът няма да предизвика отварянето на друга кутия.



Но трябва концентрацията (\*) на кутиите да надхвърля определена критична стойност.

Отвъд която започва **ВЕРИЖНАТА РЕАКЦИЯ**.

(\*) По-често я наричаме **КРИТИЧНА МАСА**.



Всъщност между ниската степен на излъчване на **ЕСТЕСТВЕНАТА РАДИОАКТИВНОСТ** и **ВЕРИЖНАТА РЕАКЦИЯ** може да се намери средно положение. Залагайки на тази **КОНЦЕНТРАЦИЯ**, макар че тази настройка е доста прецизна, можем да определим броя на дяволите, излъчени в секунда, тоест потока на освободената енергия.

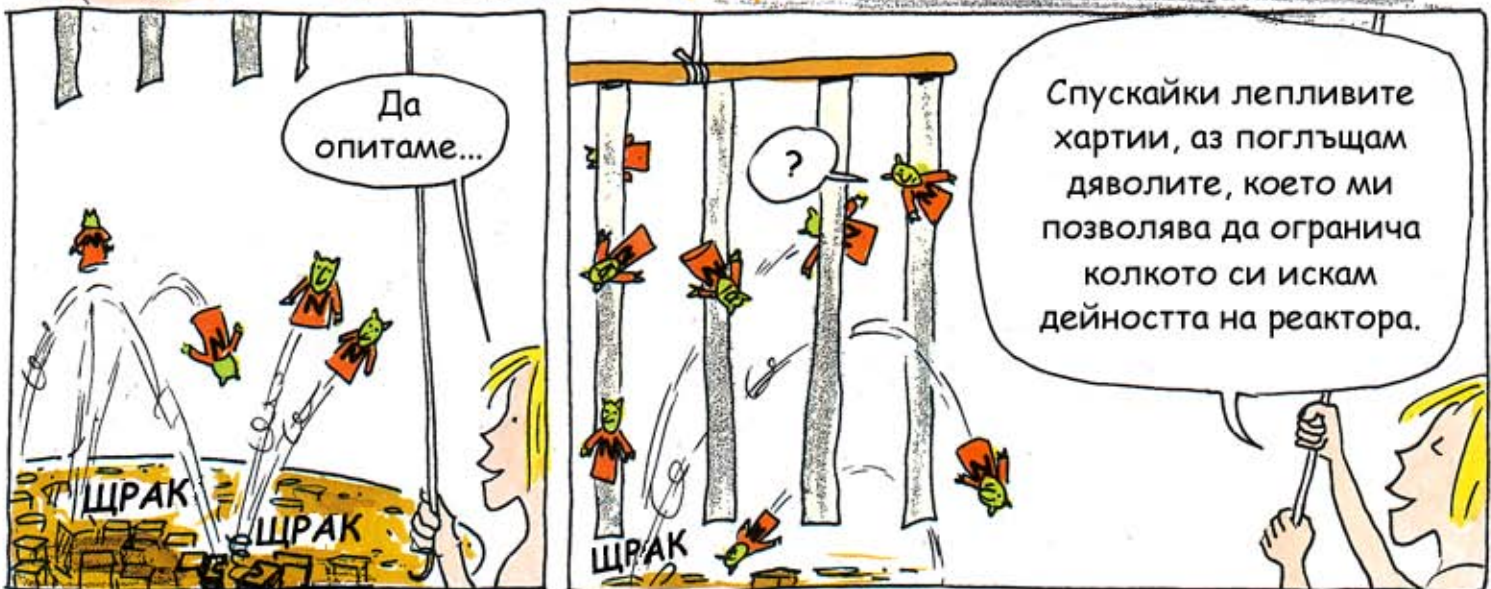


# ЯДРЕНИЯТ РЕАКТОР


Няма ли начин този процес да се контролира по-добре?

Може да се въведе нещо, което поглъща дяволите, енергията.

Нещо като мухоловка.








И сваляйки още малко лепящите ленти, успяваш дори практически да спреш твоя реактор.

Всички тези дяволи постепенно са пленени. Практически вече няма верижна реакция.

Остава изпускането на „нормална“ енергия, естествена за това радиоактивно тяло, която е значително по-слаба.

Добре. За да се направи **ЯДРЕН РЕАКТОР**, е нужно да се съберат достатъчно от тези тежки ядра - **УРАН 345** или **ПЛУТОНИЙ 239**. Така ще контролираме дейността на реактора с корпус, поглъщаш дяволите, които тук са неутроните от **ДЕЛЕНИЕТО**.



По-точно, урановата руда съдържа 0,7% уран 235 (КОЙТО СЕ ДЕЛИ). Останалото е уран 238, който не се дели.



И ще използваме **КАДМИЙ**, за да погълне **НЕУТРОНИТЕ**.

Изглежда плутоний 239 не съществува в природата. Тогава как мислим, че можем да го използваме в реактора?

Ами... да, имаш право...



# ВЪЗПРОИЗВЕЖДАЩ МАТЕРИАЛ

Уран 238 също може да се приеме като съчетание от два елемента. Остава място за един неутрон.

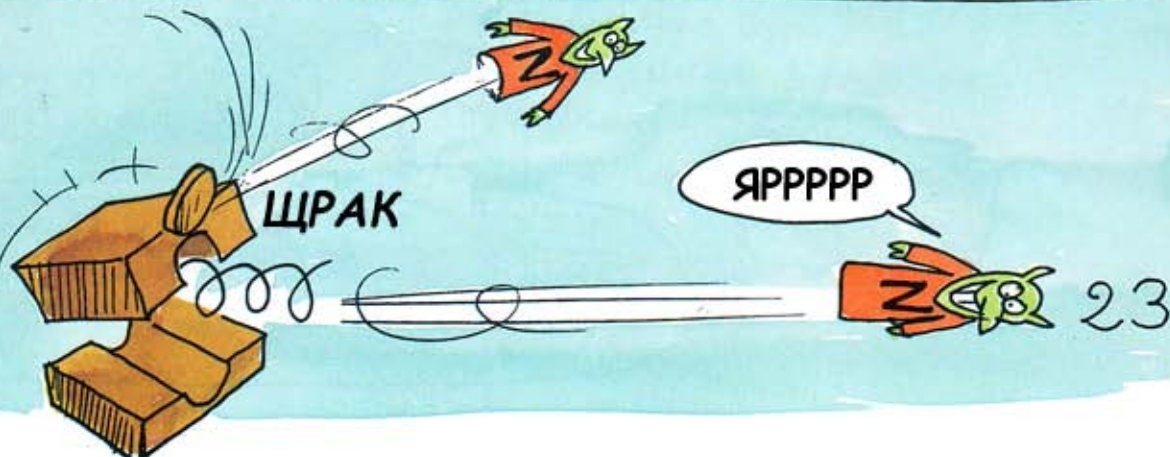


С други думи, когато реактор с уран работи, той съдържа смесица от **ДЕЛИМИ** вещества и **ВЪЗПРОИЗВЕЖДАЩИ** вещества. Така от **ВЪЗПРОИЗВЕЖДАЩОТО** вещество се получава известно количество **ДЕЛИМО** вещество.



Какво значи известно количество?

Всичко зависи от начина, по който работи реакторът. В началото във всички посоки, с **20 000** километра в секунда, се излъчват **НЕУТРОНИТЕ ЗА ДЕЛЕНИЕ**.





# РЕАКТОРИ С БЪРЗИ НЕУТРОНИ

Тези **БЪРЗИ НЕУТРОНИ** си взаимодействат добре с възпроизвеждащия **U238**, създавайки бързо **Pu239**.

Какво правиш?



Зареждам моя реактор с руда, богата на уран 235 (обогатен уран)

После слагам **ВЪЗПРОИЗВЕЖДАЩО ПОКРИТИЕ** от **U238**



**БЪРЗИТЕ НЕУТРОНИ** се придвижват с 20 000 км/сек. в **АКТИВНАТА ЗОНА** на **РЕАКТОРА**. Ако можехме да ги погълнем с молекулите на някой газ, той би стигнал 16 милиарда градуса.

**ТРИ ГОДИНИ ПО-КЪСНО**

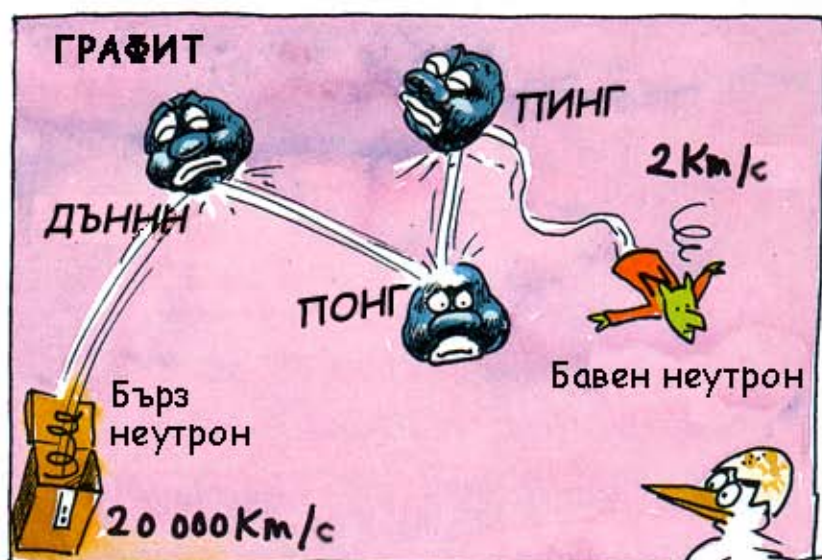
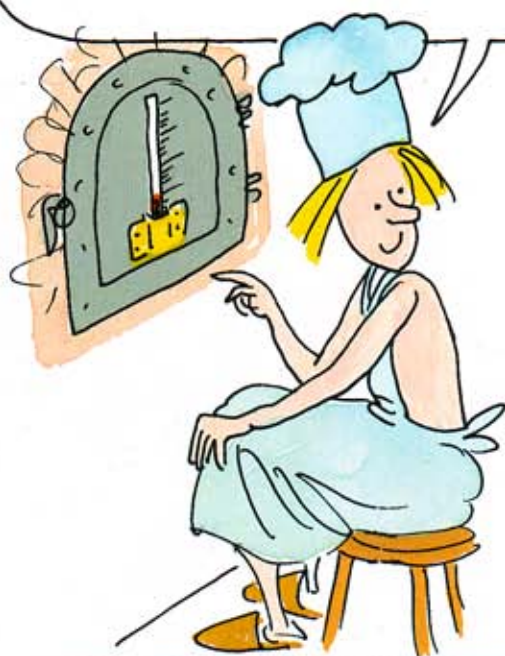
Я! Анселм е произвел **ПОВЕЧЕ Pu239**, който се дели, отколкото е използвал **U235**. Това е **СВРЪХГЕНЕРАТОР**.

Нормално, защото от всяко делене се появяват **ДВА** бързи нейтрона, които позволяват на 2 U238 да се превърнат в Pu239.

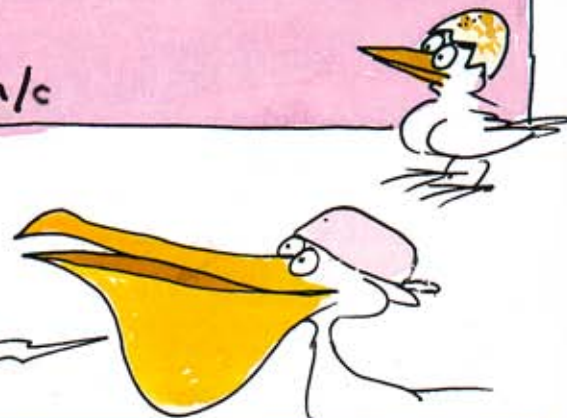


# РЕАКТОРИ С БАВНИ НЕУТРОНИ

С **КАДМИЯ** мога да погълна неутроните и така да регулирам дейността на реактора (или съвсем да го спра). Но с **ГРАФИТ** или с **ТЕЖКА ВОДА** мога да **ЗАБАВЯ** неутроните, без да ги поглъщам. Те са **ЗАБАВИТЕЛИ**.



Така може да намалим **СКОРОСТТА** **ОТ ТЕРМИЧНИЯ ЕФЕКТ** на 2 км/сек. Този студен газ от неутрони е с общата температура на реактора.



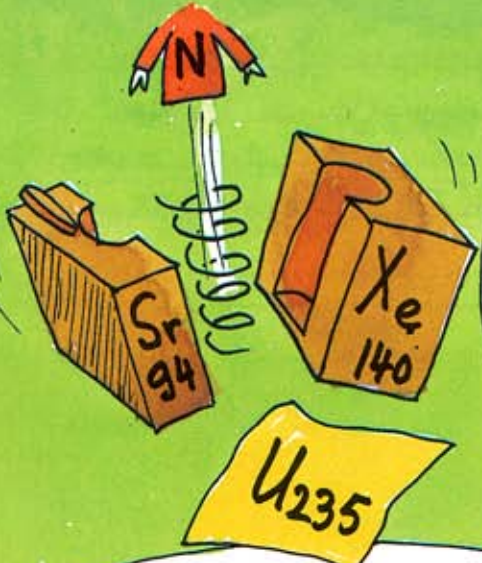
Пак се получава малко количество Рu 239, но много по-малко, отколкото в реактор с бързи неутрони.

Няма ясна граница между тези два типа реактори. Има и реактори с „хладки“ неутрони, по средата между едните и другите.

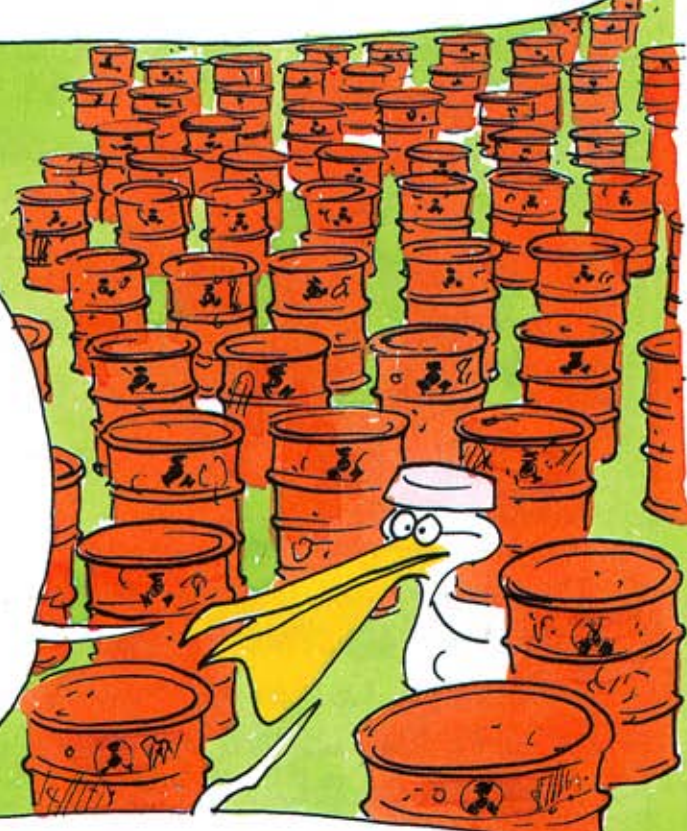




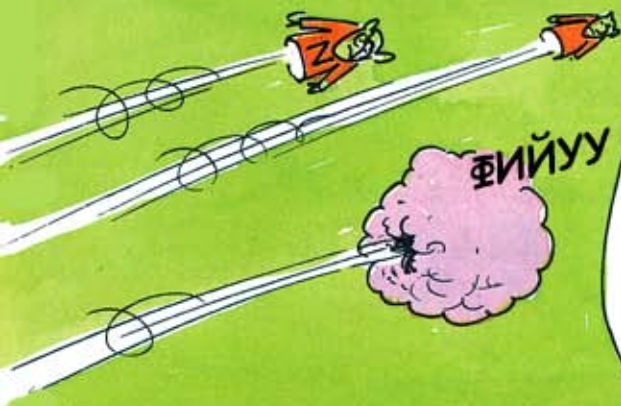
# РАДИОАКТИВНИ ОТПАДЪЦИ ИНДУЦИРАНА РАДИОАКТИВНОСТ



Ядрата на **U235** и на **Pu239** могат да се разделят на две по много различни начини. Ето пример, в който уран 235 се разделя на радиоактивни стронций 94 и ксенон 140. Забележете, че  $94+140+1=235$



Това е много неприятно. Много от тези **СУБСТАНЦИИ НА ДЕЛЕНЕТО** имат дълъг живот и остават радиоактивни продължително време. **СТРОНЦИЯТ** се намества в костите, а **ЙОДЪТ** в щитовидната жлеза. Плутоният също е много опасен. Всичко това предизвиква **РАКОВЕ** и **ЛЕВКИМИИ**.



Неутроните, които се делят, могат да бъдат погълнати и от кротките атоми, от които е изграден реакторът, превръщайки ги в опасни и неустойчиви, също радиоактивни, който ще увеличат количеството отпадъци.



# РАДИОАКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ ПО ПОРЪЧКА



Значи реакторът създава  
неустойчиви радиоактивни отпадъци  
с различен период на полуразпадане.

Не. Това са ядра, които могат  
да загубят маса, отделяйки  
ядра на хелий, електрони  
или антиелектрони. (\*)

Искаш да кажеш, че това  
са ядра, които на свой ред  
могат да се раздробят.

Виж, Анселм изнася боклука.

ЩРАК

Може да се произвеждат радиоактивни елементи с различни периоди  
на полуразпад, радиоактивни ядра „по поръчка“, слагайки някои елементи  
в реактора и бомбардирайки ги с дяволи. Така ще постигнем  
радиоактивност, наречена **ИЗКУСТВЕНА**.

I'm a poor ♪  
lonesome scientist

ЩРАК

Галий 68. ПЕРИОД : 1 ЧАС

(\*) „Алфа“ или „бета“ радиоактивност.



**ИЗКУСТВЕНИТЕ РАДИОАКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ** са открити през 30-те години на 20. век от **ФРЕДЕРИК И ИРЕН ЖОЛИО-КЮРИ**, което няколко години по-късно води до откриването на **ДЕЛЕНИЕТО**.

О, вижте! Анселм изчезна, но успяваме да **ВИДИМ КЪДЕ Е** благодарение на дяволите, излъчвани от неговия товар.



ЩРАК

Имам идея!

Използвайки **ИЗКУСТВЕНАТА РАДИОАКТИВНОСТ**, можем да **ПРОСЛЕДИМ** ядрата.

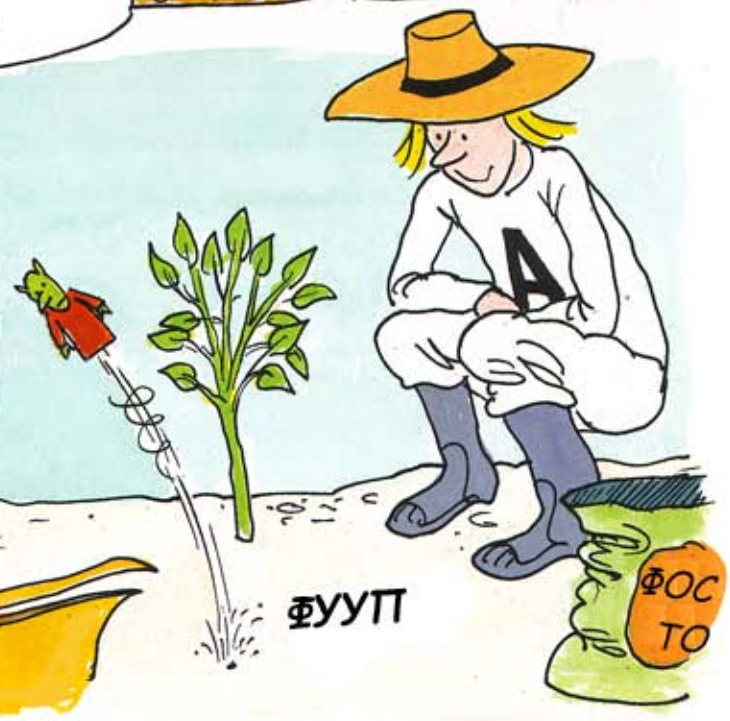
Можем даже да фиксираме ядрата, радиоактивните изотопи, върху биологичните молекули (**МАРКИРОВКА**). Така можем да проследим проникването им в тъканите.



ЩРАК

Ей, между нас има опасен разпадащ се.

Има множество мирни приложения на изкуствената радиоактивност. Може например да изучаваме проникването на торовете в почвата, вмъквайки във фосфатите един радиоактивен изотоп на фосфор.




ФУУП


ФОС  
ТО




# АТОМНИТЕ БОМБИ




Атомната физика позволи на науката за фойерверките да напредне значително. Обединявайки рязко две купчинки делими материали ( $U235$  или  $Pu239$ ) с помощта на експлозив, създаваме критични условия и предизвикваме силна верижна реакция и неоспорим естетически ефект.




Да видим. Събирайки тези две маси, получавам **КРИТИЧНА МАСА.**



Излъчени са голям брой всякакви дяволи и радиоактивните отпадъци са отнесени в горните слоеве на атмосферата заради издигането, дължащо се на мощното отделяне на топлина. От което могат да се възползват съседите.



Ако искате да влезете в клуба на **ВЕСЕЛИТЕ ПИРОТЕХНИЦИ**, трябва да разполагате с чист делим материал (100%  $U235$  или  $Pu239$ ). Имате две възможности: или да рафинирате естествен уран, или да се обърнете към най-близкия до дома ви реактор, прибирайки чистия  $Pu239$ , получаван след всеки производствен цикъл.



Получава се, получава се!..



# ТЕРМОЯДРЕН СИНТЕЗ



Кажи, понеже Слънцето е планета,  
която сигурно съдържа много уран,  
и затова е толкова горещо?

Не, Анселм, не е така.  
**ХИМИЧЕСКИТЕ РЕАКЦИИ**  
започват със смесването  
на вещества, например на  
**ВОДОРОД** и **КИСЛОРОД**.

Но... нищо ... не става ?!

Защото температурата  
не е достатъчно висока.

Да стоплим тази смес.

**ПРААС**

И какво се  
получава?

$H_2O$ , вода

Значи, има реакции, които  
отделят много енергия, без  
да създават отровни вещества.

Ако един ден се използват самолети,  
които летят със смес от водород и кислород  
(складирани в течно състояние), те ще оставят  
при преминаването си само... облаци!



Може би бихме могли да „изгорим“ смесите от ядра.

При условие че ги докараме до много висока температура.

ДЕУТЕРИЙ



ТРИТИЙ



ХЕЛИЙ



Може да се вкарат в реакция **ДЕУТЕРИЙ** и **ТРИТИЙ**, които са две разновидности на **ТЕЖКИЯ ВОДОРОД** (ядрото на лекия водород е съставено от един-единствен протон  $P$ ). Ядрата на тези **ИЗОТОПИ** се различават само по техния брой неутрони. Сместа деутерий-тритий дава хелий.

ГОЛЕМИЯТ  
ДЯВОЛСКИ БАЛ

Ето една частица от газ **ТЕЖЪК ВОДОРОД**, наполовина **ДЕУТЕРИЙ**, наполовина **ТРИТИЙ**. При обикнове на температура **ЕЛЕКТРОНИТЕ** се въртят около ядрото и осигуряват молекулните връзки (свързвайки ядрата две по две).



Молекула деутерий



Молекула тритий



После темпото на бала става действително дяволско. Молекулите се разкъсват (дисоциация) и пчеличките-електрони кръжат около едно-единствено ядро.

### БЛИЗО ТРИ ХИЛЯДИ ГРАДУСА

Няма начин да се кръжи около тези ядра, те непрекъснато мърдат.

Става дяволски непоносимо. Аз се отказвам...

Тогаво горещият газ се превръща в супа от ядра и свободни електрони, **ГОРЕЩА ПЛАЗМА.**

Давай, Марсел, давай!

Знаете ли какво?  
По-добре да сме четирима.

Да, при тази температура,  
ще сме по-УСТОЙЧИВИ.

Над 150 МИЛИОНА ГРАДУСА  
(ТЕМПЕРАТУРА НА ЗАПАЛВАНЕ)  
нещо се случва.

Мислите ли?

Подозирам мръсен номер

Ей, чакайте!  
 $2+3=5$ , а хелият  
има 4 нуклеона,  
нали?

Възбудени  
са...





Значи, **ЯДРЕНИЯТ СИНТЕЗ** е толкова замърсяващ, колкото и **ДЕЛЕНИЕТО**, защото неутроните на ядрения синтез ще променят съседните атоми, превръщайки ги в радиоактивни.

Но ще се постараем да погълнем тези неутрони с литий 6, от което ще се получи хелий 4 и тритий 3.



С други думи обвивката на литий 6 се държи като „възпроизвеждащ“ материал. Тази реакция трябва да създаде „ядрено гориво“, тритий 3.

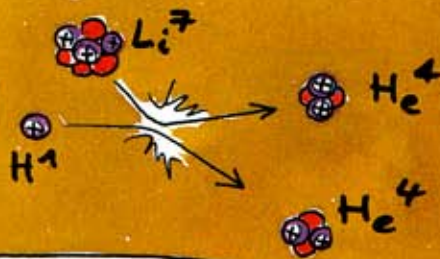
Да, ядреният реактор има нещо общо със свръхгенератора. И слава Богу, защото тритият, бидейки неустойчив (\*), не съществува в естествено състояние.



(\* ) Неговият период на полуразпадане е само 12 години.

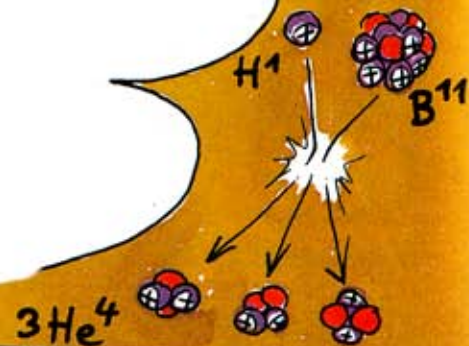


Виждам обаче, че съществуват куп ядрени реакции, преподреждане на ядра, които не дават свободни неутрони.



Литий 7+Водород 1 (лек)  
прави 2 Хелий 4  
(7+1 = 2x4)

Бор 11 + Водород 1  
прави 3 Хелий 4  
(11+1 = 3x4)



Първото има температура на запалване 500 милиона градуса. А за второто - достига милиард градуса!..

Хъм... очевидно...  
Как по-точно синтезираме ядрата?

В центъра на Слънцето това се случва бавно, при температура, която е само 15 милиона градуса.

И какво, значи  
Слънцето е само  
един въглен?

Да, за да достигнем ядрен „огън“, са необходими 150 милиона градуса, за да се получат реакциите за време, да кажем, около една секунда.



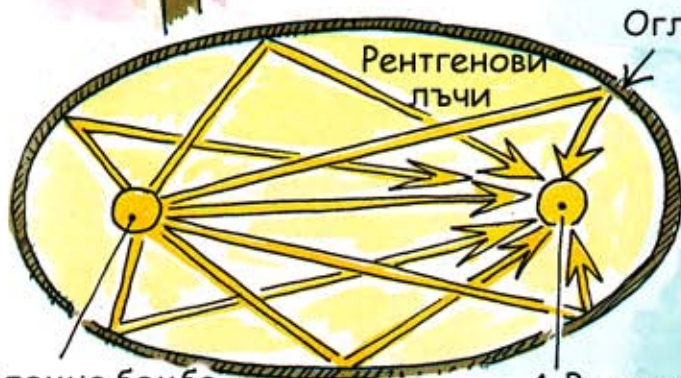
Това се опитват да направят в машините, наречени ТОКАМАК

И получава ли си?

Не още... има проблеми.

Хайде, не трябва да се обезсърчаваме!

Хмм, Едуард Телер осъществи ядрен синтез, създавайки нова бомба. Ние не искахме това. Но го направихме. Телер имаше една идея (\*). Той винаги е имал много добри идеи. Избухването на атомната бомба започва с това, че през първите милионни части от секундата тя започва да бълва рентгенови лъчи. Телер предложил да се отразят тези лъчи чрез нещо като огледало и да се насочат към мишена, съставена от смес деутерий-тритий.



И това проработи ли?

Уви, да, много успешно...

(\* ) Едуард Телер, изследовател в ЛОС АЛАМОС по време на войната, послужи за прототип на героя във филма ДОКТОР ФОЛАМУР.



Телер дори направи  
огледалото от уран 238

Защо от  
уран 238?

Ами да, помисли. Водородната бомба  
избухва. Неутроните от синтеза нападат  
**ВЪЗПРОИЗВЕЖДАЩИЯ U238** и го  
превръщат **Pu239**, който тутакси се дели.

Това е ужасната бомба  
**ДЕЛЕНИЕ-СИНТЕЗ-ДЕЛЕНИЕ**

# УПРАВЛЯЕМ ЯДРЕН СИНТЕЗ

Опитваме се осъществим **ЯДРЕН СИНТЕЗ**,  
фокусирайки върху една смес **ДЕУТЕРИЙ-ТРИТИЙ**  
(в течно състояние) всички форми на **ЕНЕРГИЯТА**:  
Лъчения, произлизащи от много мощни **ЛАЗЕРИ**,  
различни частици: електрони, ядра, произлизащи  
от ускорители. Необходимата за задействането им  
**МОЩНОСТ** е изключителна. За да се запали този  
**ТЕРМОЯДРЕН** огън, трябва (за няколко милиардни  
от секундата) да се концентрира мощност, равна  
на тази на слънчево огледало с площта на цяла  
Франция, върху сфера с диаметър по-малък от 1 мм.

**ВНЕЗАПНАТА МОЩ** е огромна, но  
общата **ЕНЕРГИЯ** остава скромна: този ядрен  
„кибрит“ е равен на двеста грама барут.



# ЕТИЛОГ



Ние имаме нужда от ЯДРЕНА ЕНЕРГИЯ.  
Но всичкото това ДЕЛЕНИЕ, ЯДРЕН СИНТЕЗ  
създава доста неудобства

И тези  
отвратителни  
отпадъци!

И куп опасности. Ако  
опаковаме реактора, той  
ще разтопи оловния съд,  
бетона и самата почва  
**(КИТАЙСКИ СИНДРОМ (\*))**  
и делящата се смес ще  
потъне в почвата, без  
да можем да я спрем.

Какво да  
правиш?



40 години са малко.  
Ние сме само в началото  
на ЯДРЕНАТА ЕРА.



Аз вярвам, че е възможен революционен  
напредък, който ще е в състояние да  
промени напълно основните проблеми,  
но повече по отношение на  
**ЯДРЕНИЯ СИНТЕЗ**, отколкото  
по отношение на ДЕЛЕНИЕТО.

Ах...

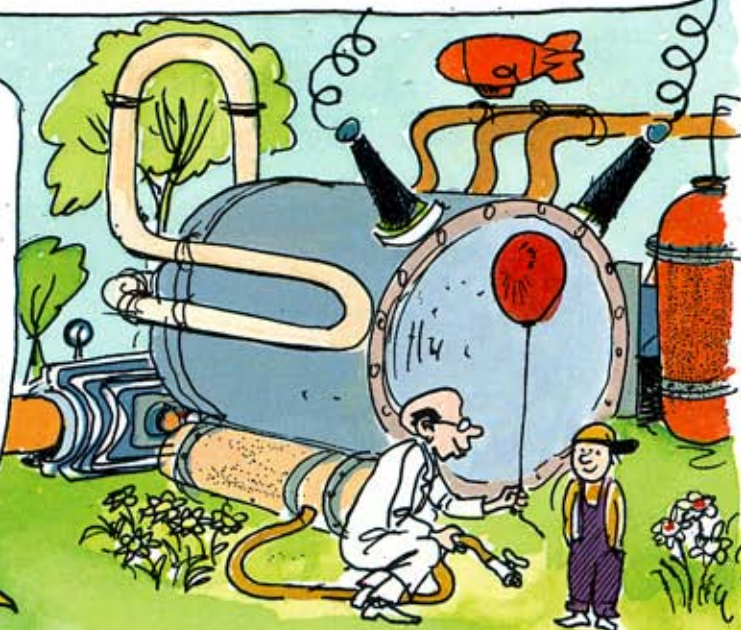
(\* ) Образ, създаден от атомните учени, според който реакторът, пресичайки Земята от край до край, ще се появи... в Китай!...



При ядрените реакции, в които не се намесват свободни неутрони, теоретично може да се **ОГРАНИЧАТ** тези **ЯДРЕНИ ПЛАЗМИ** с помощта на мощни магнитни уреди (натоварените частици „се измъкват“ от местата, където господстват мощни магнитни полета).

### ЗЛАТЕН ВЕК!

Ядрена централа, която не замърсява (литий-водород или бор-водород). Единствен продукт на реакцията: хелий, с който да надуваме балоните на децата.



Разсмивате ме, това са мечти!

Съществуват обаче катализиращи печки, с които можеш да си произвеждаш огън **ВКЪЩИ**, при затворени прозорци, без да използваш комин!...

Така е. При тях се образува водна пара и въглероден двуокис, които в ограничени количества могат да се дишат.



Може ли да съществува **КАТАЛИЗАТОР НА ЯДРЕНИЯ ВЗРИВ**, който да позволява действие при приемливо ниска температура?



Вече знаем за един: въглерода.



Е да, действително, как Слънцето успява да функционира чрез термоядрен синтез, след като неговият централен котел достига само **15 МИЛИОНА** градуса, тоест **ТЕМПЕРАТУРА, ДЕСЕТ ПЪТИ ПО-НИСКА ОТ** **ТЕМПЕРАТУРАТА НА ЗАПАЛВАНЕ**, която е **150 МИЛИОНА ГРАДУСА?**

Въглеродът служи за катализатор.  
Той се намесва в доста сложните етапи на реакцията и в края на краищата се регенерирана.  
Започва се с въглерод 12,  
после водород 1, даващ азот 13.  
После този азот 13 се превръща в азот 15 и накрая: Азот 15 + Водород 1 -> Въглерод 12 + Хелий 4 (цикъл на Бет).

Но тази реакция е прекалено **БАВНА** (освен за Слънцето, което има много свободно време).

# МЮОНИ

В една студена газова смес могат да се предизвикат сложни химични реакции, бомбардирайки молекулите с електрони само с един електрически разряд.



Например:  
 $2\text{CH}_4$  (метан) +  
(електрически разряд)  
прави  $\text{C}_2\text{H}_2$  (асетилен)  
+  $3\text{H}_2$

Електроните в една молекула могат да се заменят с **МЮОНИ**, частици, които приличат на големи електрони и които доближават ядрата едни до други.



Защо тогава да не бомбардираме една "хладка" термоядрена смес с мюони?



Става ли?

NO PROBLEM SIR!!!

Можем да получим мюоните в ускорител. Когато те разбият ядрата на деутерия и на трития, се получава хелий. Значи има термоядрен синтез. Но трябва да се измине ужасно дълъг път между този микрофизически експеримент върху няколко частици и истинския производствен ядрен синтез!!!!...

Можем също да заложим на СТИНА на ядрата. Тоест да ги накараме да танцуват валс вместо танго. Това увеличава резултатността на сблъсъците.



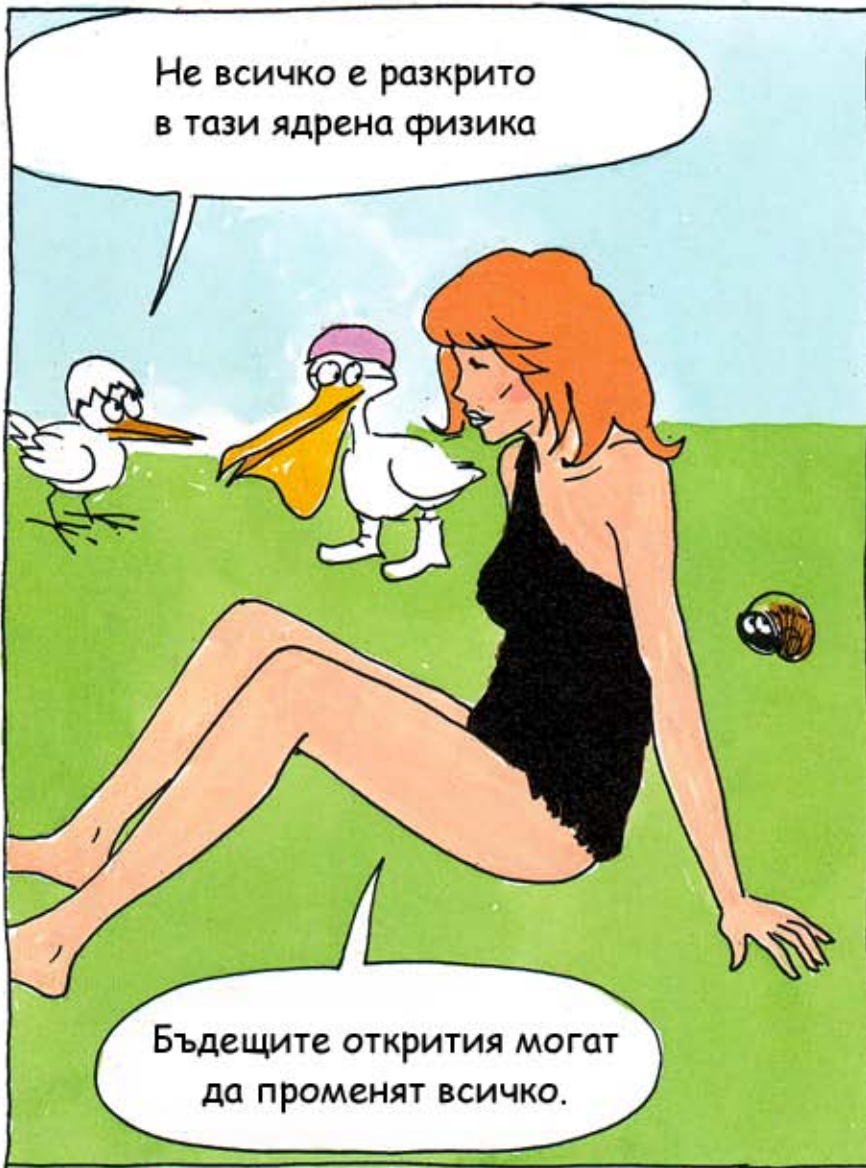
БАНГ

О, извинете!

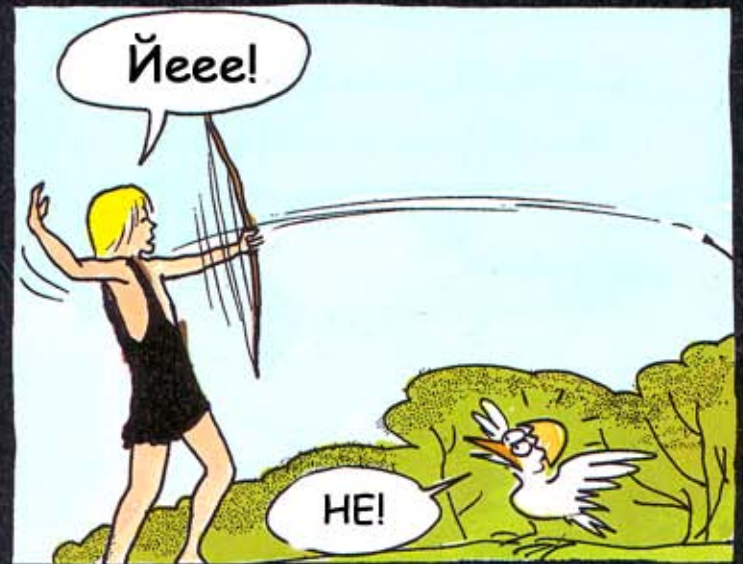
...Не може ли да внимавате!

Ето, пак се започна.













Доволен ли си?

Уф, науката!

Една толкова  
красива планета.

**КРАЙ**

43