

Les aventures
**d'ANSELME
LANTURLU**

İÇTEN ENERJİLERİMLE

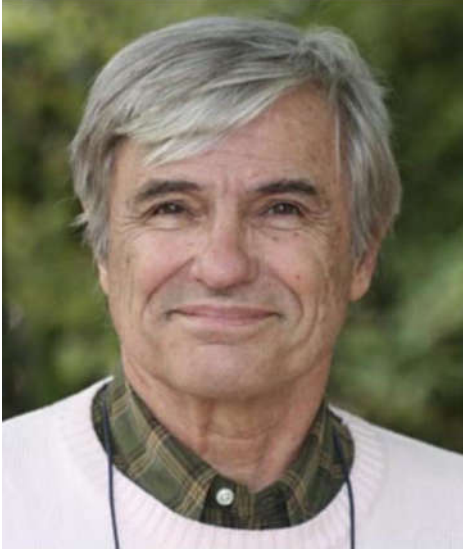
Jean-Pierre Petit



Çeviren Hazal Temel

Sınır Tanımayan Bilgi

2005 yılında kurulan ve iki Fransız bilim adamı tarafından yönetilen kar amacı gütmeyen dernek.
Amaç: Ücretsiz indirilebilir PDF'ler aracılığıyla çizilen bandı kullanarak bilimsel bilgiyi yaymak.
2020 yılında: 40 dilde 565 çeviri yapılmıştır.
500.000'den fazla indirme ile.



Jean-Pierre Petit

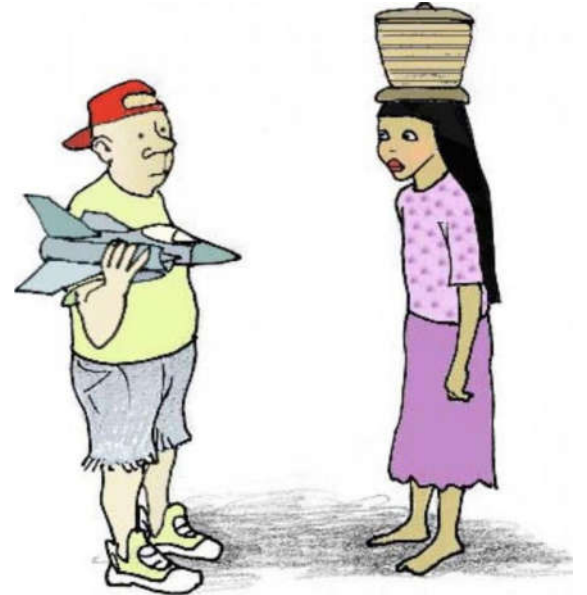


Gilles d'Agostini

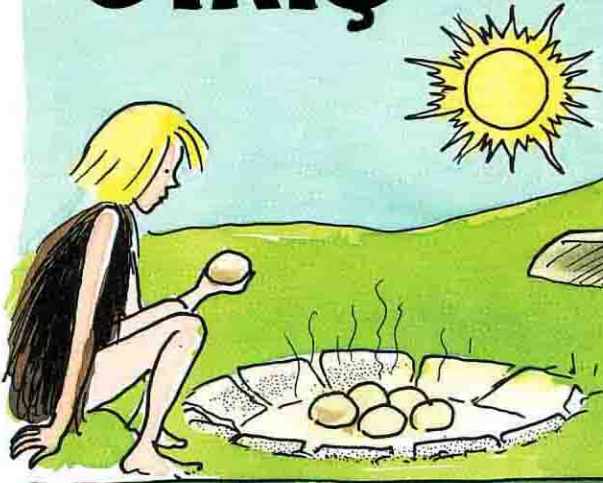
Dernek tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır.
Para tamamen çevirmenlere bağışlandı.

Bağış yapmak için ana sayfadaki PayPal düğmesini kullanın:

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



GİRİŞ



Bir zamanlar ateşin henüz bulunmadığı bir dünya vardı. Bu dünyada insanlar yemeklerini güneş ışığına maruz bırakarak pişiriyorlardı.

Eğer başka bir çözüm bulabilirsek çok mutlu olacağım...



Gece olduğunda, insanlar gün boyu güneşin ısınıp depolayan taşların sıcaklığından faydalanabilmek için bunları mağaralarına koyuyorlardı.

yorucu...

Uyanık mısın?

Hayır, taşlar çoktan soğudu

Donuyoruz...

Kış geldiğinde daha da kötü olacak. Koloninin yarısı hastalandı bile çoktan.

Ne yapıyorsun?

ENERJİYİ DEPOLAMANIN bir yolunu arıyorum

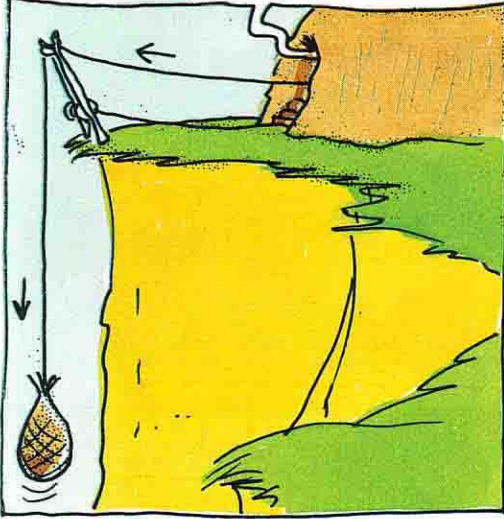


Her gece taşları etraftan toplamak için koşturmak gerçekten çok yorucu.

Bu yüzden bende bir sistem icat ettim. Her gece sıcak taş dolu tablayı mağaranın içine taşıyacak bir sistem.

Ve gündüzleri de karşı ağırlığı vinç ile geri çekiyorum.

Yani, **POTANSİYEL ENERJİYİ** depoluyorsun!



Bu biraz yardımcı oluyor, fakat neden daima **İŞ** yapmak zorunda olan biz oluyoruz?

Şimdi ne yapıyorsun bakalım Archie?

İşte oldu!

Enerjiyi bu kutunun **İÇİNDE** depoladığını mı söylemek istiyorsun?

ENERJİYİ DEPOLAMA yöntemimi mükemmelleştiriyorum.

Tasarladığım bu sistem **İÇ ENERJİNİN** depolanma şeklini gösteriyor.

Bu enerji taşıyabileceğim ve yeniden kullanabileceğim bir enerji.

AAAAAHHH

PATT!

Sophie,
sadece DEPOLANMIŞ
İÇ ENERJİydi!

KİMYASAL ENERJİ

Mağarayı toplayacağım. Şuna bak; güherçile, sülfür...

Ve bu kömür Gökyüzü
Tanrısının yarattığı orman
ateşinden geriye kaldı.

Eğer temizlemezsem
Sophie beni öldürecek.

Geriye bir
tek bu taş kaldı...

BOOOM!

Sophie ! Bir şey buldum! bu
SİYAH TOZun içinde ENERJİ var.
Demin keşfettim.



Bunu hem bir şeyler
pişirmek hemde sıcak tutmak
için kullanabileceğiz !



Göreceksin..

Tamam, ama benim
fikrimi sorarsan pek kullanışlı
bir şey değil.



Vaz mı geçmeliyim
acaba?



Peki,
ya bu tozu kumla
karıştırırsak?

İşe yaradı !!!
Kum karışımı soğuttu böylece
enerjinin daha yavaş serbest
kalmasını sağladı!

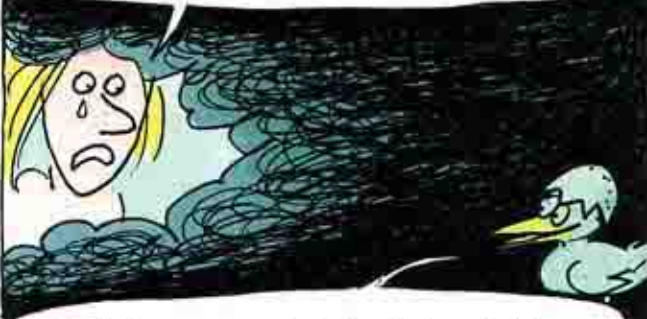


Isının yayılımı
kontrol edilebilir.

Bu kış soğuktan donmayacağız.



Tamam, çok güzel ısıtıyor fakat zor nefes alabiliyoruz.



Boğuluyoruz desek daha doğru.



Dumanı doğruca bu çantanın içine göndermenin yardımı olur, şimdi daha iyi.

Kuruma dönüşüyor böylece ondan kolaylıkla kurtulabiliyorum.



Yine de çok pratik olmadığını söylemeliyim.



Bunları hiçbir yere atamıyorum, atarsam göldeki suyu zehirleyeceğim.

NÜKLEER ENERJİ

Garip!
Bu kaynaktan fışkıran su kaynıyor.



Bu enerji nereden geliyor?

Belki de Yeryüzünün altında canavarlar vardır.



... içinde canavar olan kutular?!

Eski bir efsane der ki,
ENERJİ URANYUM gibi **ATOM**ların
NÜKLEİlerinin içinde gizlidir. Bu atomlar
güneşin içinde yapıldılar, güneşin içindeki
fırınlarda, sonra dışarı çıkarıldılar ve henüz
şekillenirken Dünya'nın içine hapsedildiler.

Fakat bu atomlar yekpare
kutular değiller, üstüne üstlük
bazen patlarlar.



Efsane der ki, **ZAMANIN SONUNDA**
bütün canavarlar kutularından dışarı
çıkacak ve evrenin geri kalanında
böyle bir enerji kalmayacak.



Fakat bu çok uzun zaman alacak,
çok çok uzun zaman...

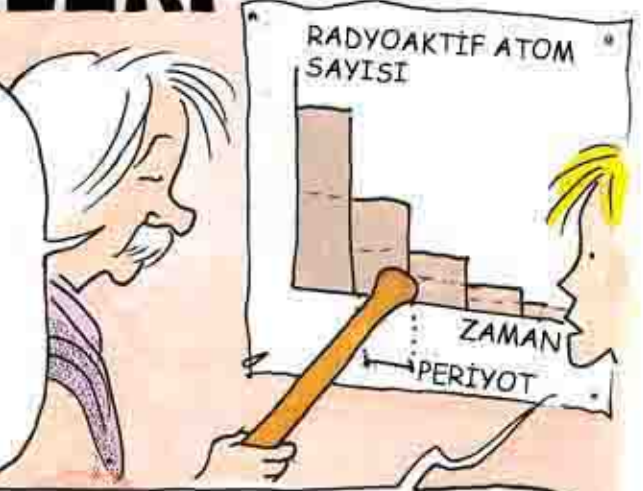


Peki daha ne kadar süre canavarlar
kutularının içinde kalacaklar?
Ne kadar süre **NÜKLEİ**ler sahip
oldukları **ENERJİ**yi tutacaklar?



ELEMENTLERİN RADYOAKTİF YARILANMA SÜRELERİ

Eğer içinde canavarlar olan bir grup kutuyu alırsak, YARI-ÖMÜR yada PERİYOD olarak bahsedilen, T zaman sonra, canavarların yarısı serbest kalacaktır. Eş zaman aralıklarında, bir döngü içinde geriye kalan kutuların yarısı da açılacak ve bu böyle devam edecek. Bu yarı ömür yüzlerce binlerce yıldan saniyenin bir parçasına kadar büyük ölçülerde çeşitlilik gösterebilir.

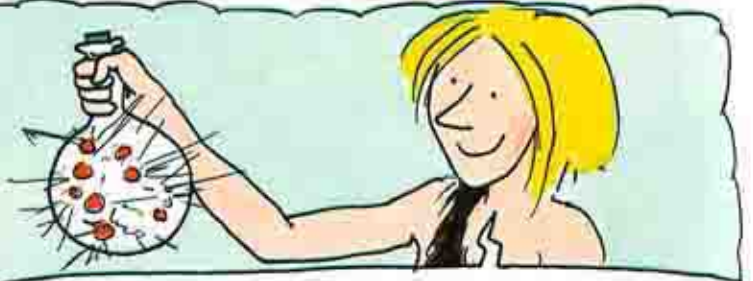


Ve eğer canavarları içinde tutan bütün bu kutular olmasaydı, tüm nükleiler Dünya'nın içini enerjiyle dolduracaklar, bu nedenle biz de kışın daha çok üşüyecektik.

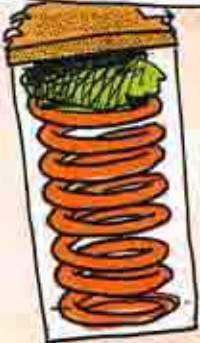
Eğer bu enerjiyle dolu atomları bulabilseydim çok güzel olurdu.



Eğer bunlardan yeteri kadarını bir şeye koyabilirsem, bütün kış sıcak kalabilirim



Dikkat Archibald, NÜKLEER ENERJİ kaynakları KİMYASAL ENERJİden daha güçlüdür, YÜZLERCE BİNLERCE KAT DAHA GÜÇLÜ.



FLOP!

ATOM ÇEKİRDEĞİ

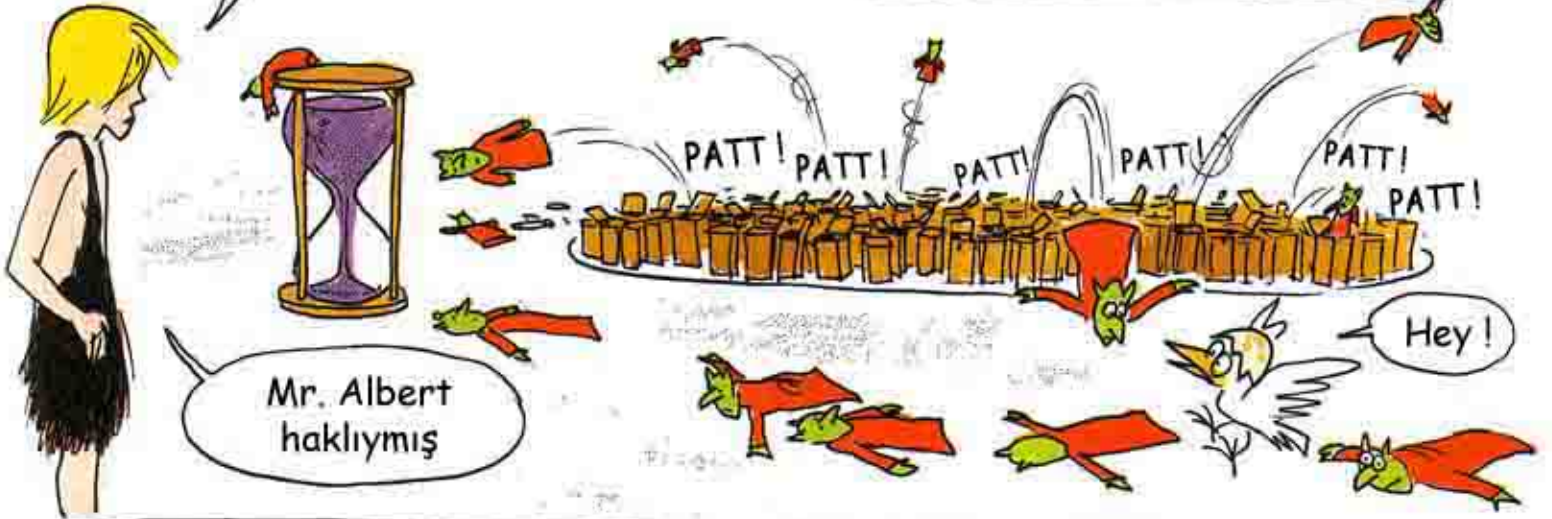
Yani radyoaktif nükleiler tarafından yayılan canavarlar büyük bir güçle dışarı fırlatılıyorlar.

Görelim bakalım Bay Albert'in söyledikleri doğru muymuş. Kutuların arasındaki bağlayıcılar derece derece kayacak ve kutular birer birer açılacak.



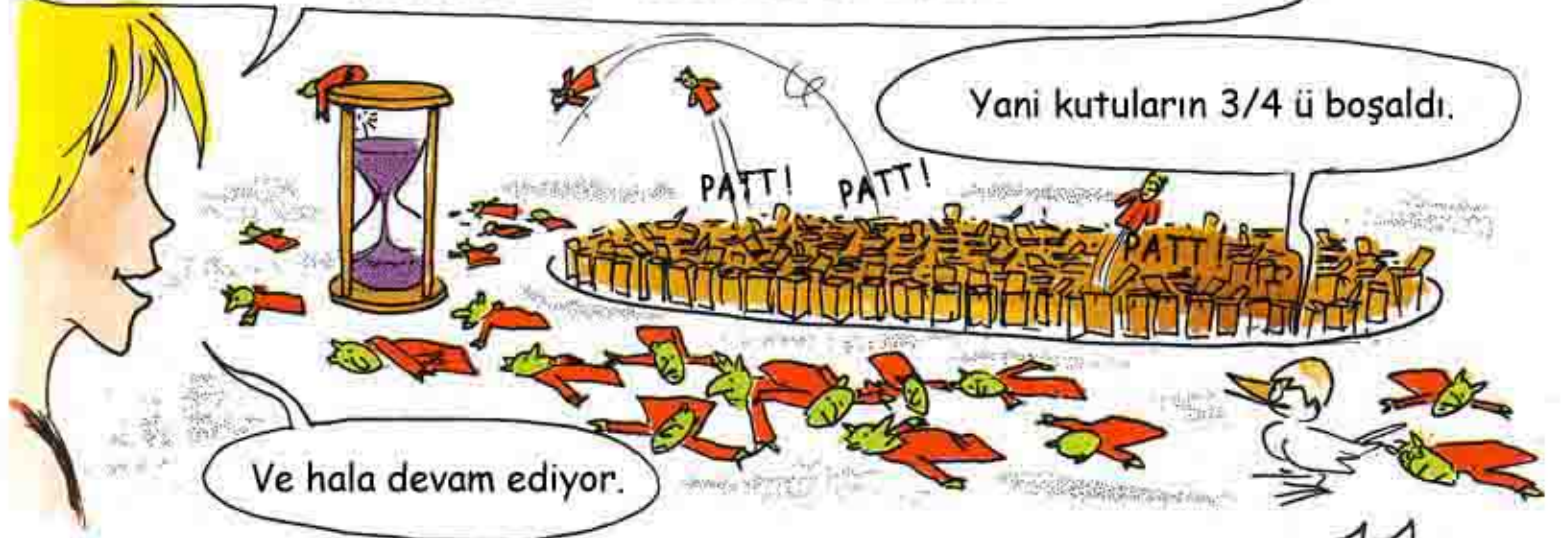
Her bir kutuyu diğerlerinin yanında koydum

Güzel, yarı ömürleri kadar bir zaman sonra kutuların yarısı boş.



Mr. Albert haklıymış

Eşit uzunlukta zaman sonra geri kalan kutuların yarısı da açıldı, içlerindeki canavarları serbest bıraktı.



Ve hala devam ediyor.

Yani kutuların 3/4 ü boşaldı.

Yani bu demek oluyor ki zaman geçtikçe yarılanma da yavaşlıyor,
kutuların açılma ritmi azalmalarına bağlı

O zaman Dünya başlangıçta
daha radyoaktif olmalı

Ve sonra sakinleşti

ENERJİNİN DÖNÜŞÜMÜ

Ama bütün bunların içindeki
ISI nerede?

Ya bunu bir
tencerenin içine
koysaydık?

Deneyelim...

İşe yaradı. **RADYOAKTİF ATOM**ların açığa çıkardığı
ENERJİ su tarafından emildi ve **ISI**ya dönüştü

Evet, fakat bu **DOĞAL RADYOAKTİVİTE**
fazla **ENERJİ** açığa çıkarmıyor.

Bu yüzden
ısınmak için daha çok
radyoaktif malzemeye
ihtiyacımız var.

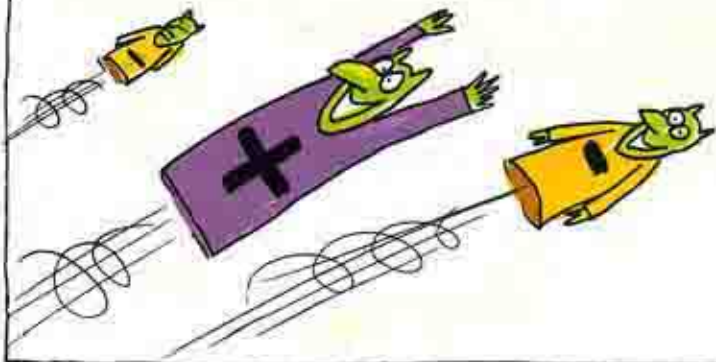
FARKLI CANAVAR ÇEŞİTLERİ

Temelde canavar çeşitlerinin hepsi aynıdır. İlki nükleinin fırlatabildiği X yada γ IŞINIMIDIR. Bir çeşit görünmez ışık

Arkanı kolla!

Bunlar yeterince kalın bir kurşun önleyici bariyer tarafından emilir ve böylece enerjileri ısıya dönüştürülür.

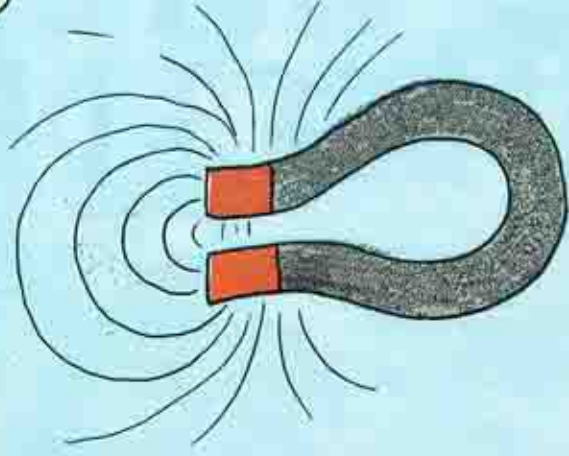
ELEKTRİK YÜKÜne sahip olan farklı türde canavarlarda vardır.



Hızlı gidebiliyorlar mı?

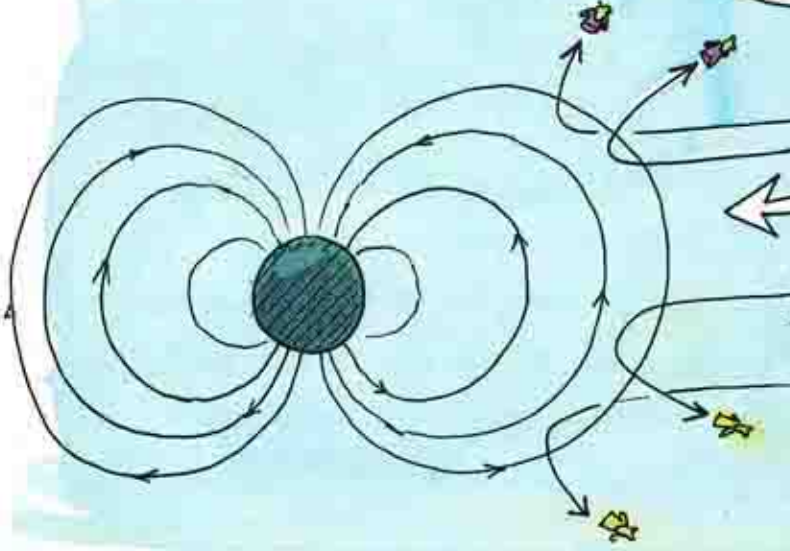
Enerjilerine bağlı fakat dakikada binlerce kilometre hıza ulaşabilirler.

Bu hızda kesintisiz, dosdoğru gidebilirler.



Hayır,
MAGNETİK ALAN
nedeniyle sekiyorlar

Aynı şekilde Güneş tarafından fırlatılan solar parçacıklar (solar rüzgar), Dünya'nın magnetik alanı tarafından yansıtılırlar (*)



Yani Dünya kendi magnetik alanı tarafından korunuyor, öyle mi.

Evet. Eğer Dünya kendi doğal koruyucu magnetik kalkanına sahip olmasaydı, Güneş'ten gelen yüklü parçacıklar Dünya'nın canlı dokusuna ciddi şekilde zarar verecekti.

Üçüncü canavar türü en kötüsüdür:
NÖTRONLAR. 20 000 km/s e kadar hızlarda
son sürat gidiyorlar. **MAGNETİK YÜKE** sahip
olmadıklarından bir bariyer tarafından
durdurulamıyorlarda



Bu canavarlar canlı dokusuna geri
dönülemez bir şekilde zarar verebilirler.
Kendimizi onlardan korumak zorundayız

Nötronlar ve elektrik yüklü parçacıklar
bir kütleye sahipler ve $\frac{1}{2}mV^2$ ile orantılı, katı,
sıvı veya gaz tarafından emilebilecek ve ısıya
dönüştürülebilecek bir kinetik enerji taşıyorlar.
Fakat ben bu nükleiler hakkında daha
fazlasını bilmek istiyorum.



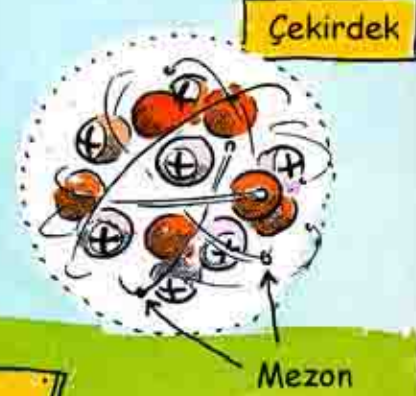
ÇEKİRDEK KARARLILIĞI

Bir NÜKLEİ yapmak için PROTONa, NÖTRONa ve MEZON diye adlandırılan parçacıklara ihtiyacınız var



Uranyum 235
92 Proton
+ 143 Nötron
= 235 Çekirdek Parçacığı

Plütonum 239
94 Proton
+ 145 Nötron
= 239 Çekirdek Parçacığı

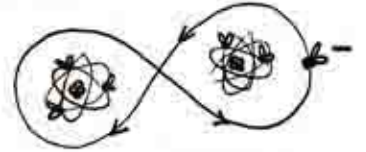
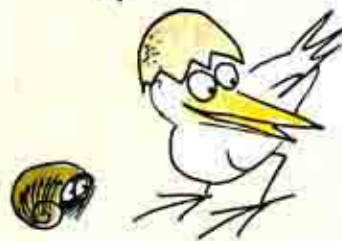


NÜKLEİNİN içindeki MEZONlar, MOLEKÜLLERİN içindeki ELEKTRONlara benzerler: İÇSEL BAĞLILIĞI sağlarlar.

Yani NÜKLEİ MOLEKÜLLER topluluğu mu?



NÜKLEİ ÇEKİRDEK PARÇACIKLARI topluluğudur. MOLEKÜLLER ise NÜKLEİLER topluluğudur. Ve aslında bizler de birer moleküller topluluğuyuz



Elektronlar MOLEKÜLER BAĞLILIĞI sağlar.

KİMYA, MOLEKÜLLERİN düzenlenmesini açıklıyor.

Molekül



NÜKLEER FİZİK de NÜKLEİLERİN DÜZENLENMESİ hakkında çalışmalar yapıyor.

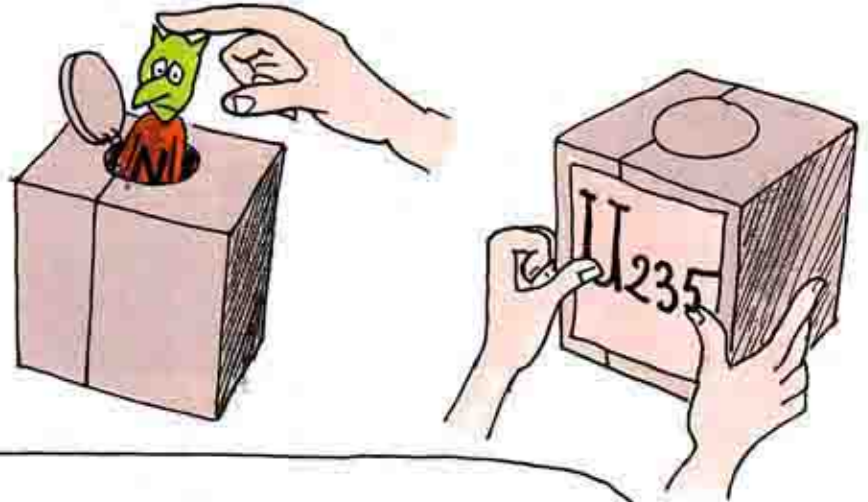
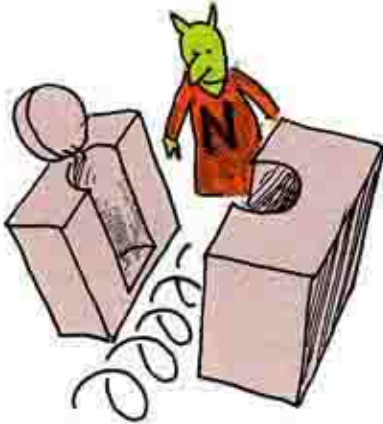
KARARSIZ
olarak görülen
çekirdekler kısa ömürlü
çekirdeklerdir.

Fakat nötronlar belirli bir nükleiyeye
(çok uzun ömürlere sahip olan göreceli olarak kararlı) uygun şekilde hareket ettikleri zaman,
onları yeniden tamamiyle kararlı hale
getirebilirler ve parçalanmalarına
yol açabilirler, **FİSYON**.

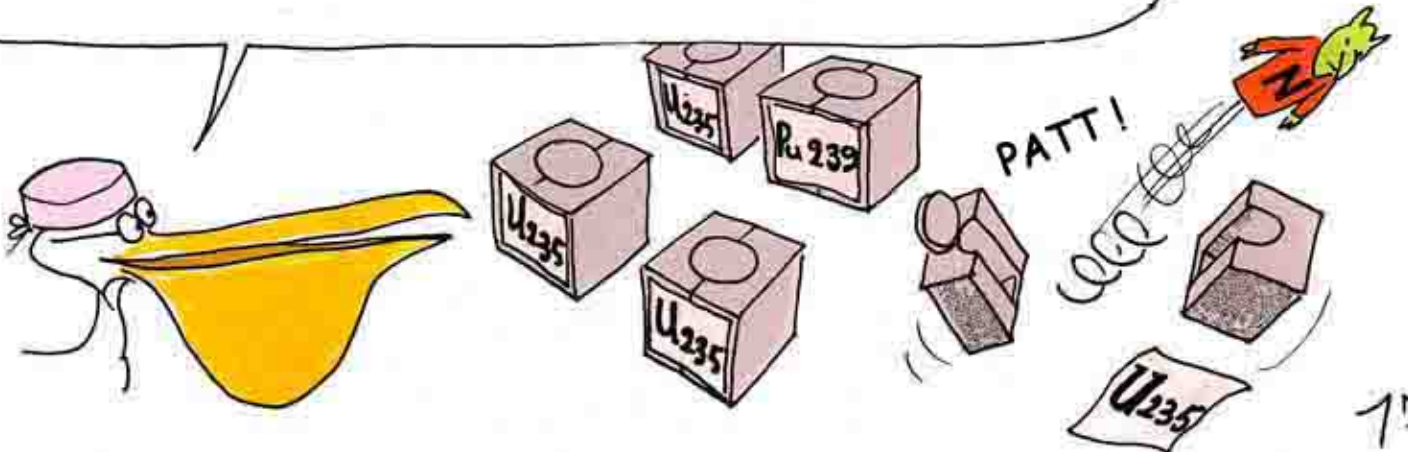
Bu **URANYUM 235**
ve **PLÜTONYUM 239**
için olan durumdur.

FİSYON

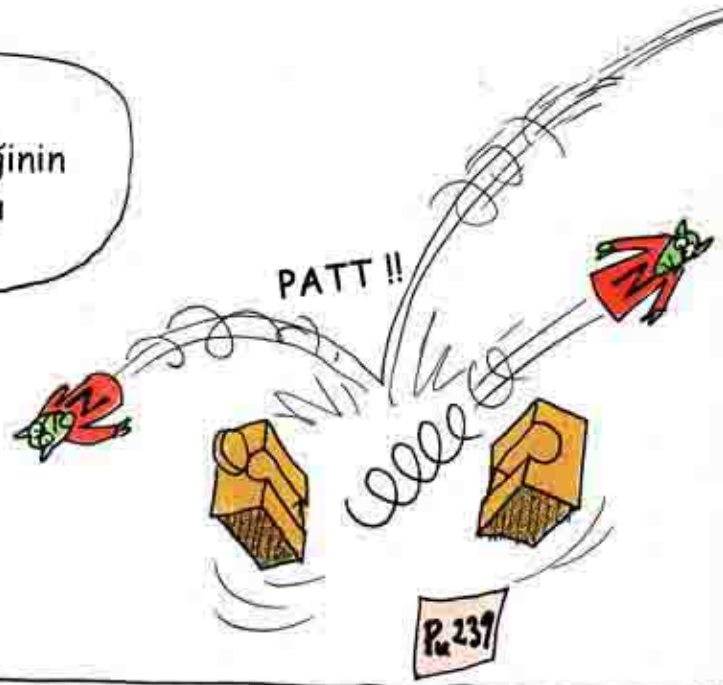
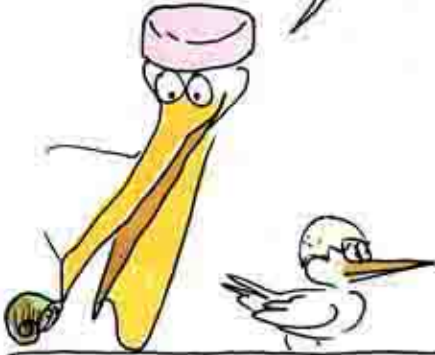
Bu nüklei farklı kütlelerde iki bloktan ve bir nötrondan bir araya gelmiş gibi farzedilebilir.



Uranyum 235 ve Plütonyum 239 nükleisi uzun bir periyotla birlikte belirli bir doğal radyoaktiviteye sahiptir.



İşte bu bir FİSYON reaksiyonu.
Bir nötronla karşılaşması Plütonyum çekirdeğinin kararlılığını bozar. Bu reaksiyonun sonucu 2 nötronun yayılmasıdır (*).



Daha yakından inceleyeceğim.

Archie birçok canavar kutusunu R yarıçaplı bir çember içinde bir araya getirdi.

Uranyum 235 ya da Plütonyum 239



Şimdi ENERJİ canavarları kutularından dışarı çıkıyorlar.

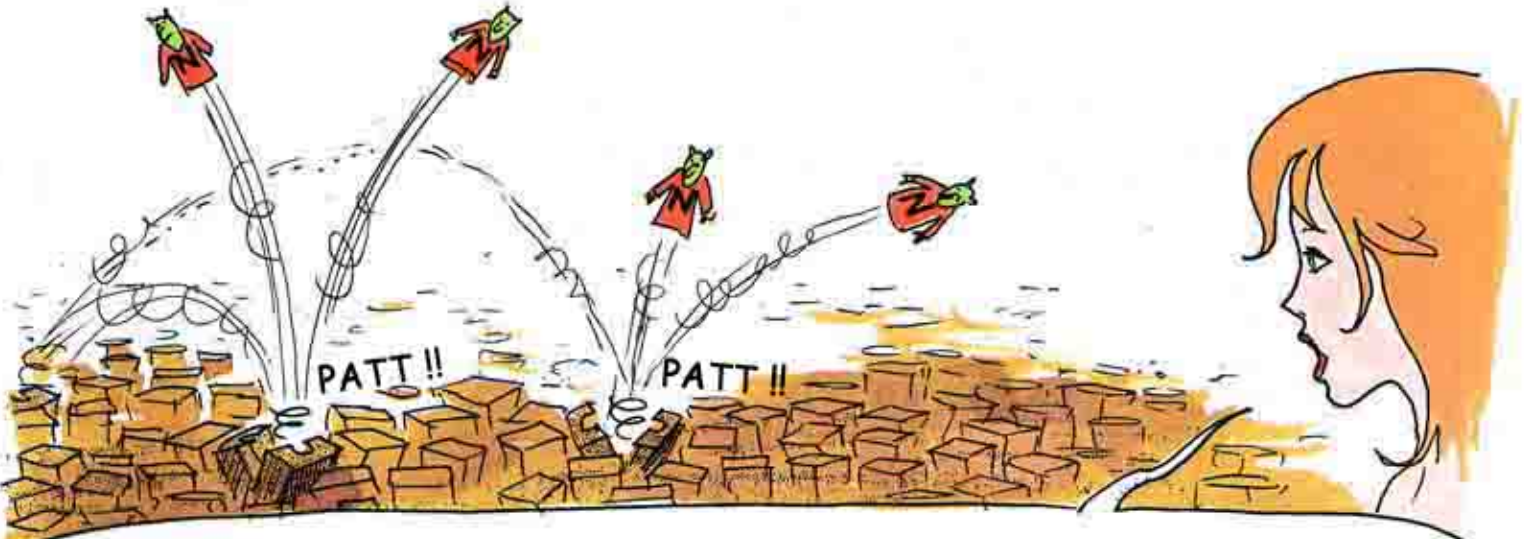
Hah, orada bir şey var!



Sorun olan NÖTRONlar da işte burada.

Oradaki canavar yakınındaki bir kutuya çarptığında, onun ayrılma mekanizmasını tetikledi ve içerisindeki nötron canavarını serbest bıraktı.

ZİNCİRLEME REAKSİYONLAR

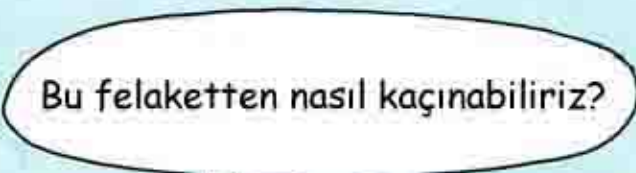


İki canavar iki kutunun daha açılmasına neden oldu !

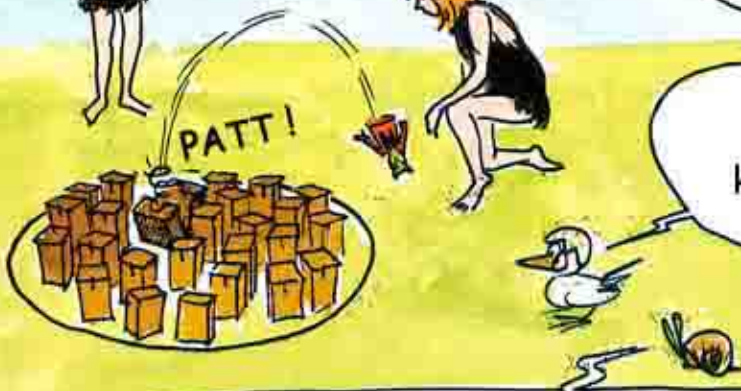




KRİTİK DURUMLAR



Basit, bir canavar serbest kaldığında rastgele bir yöne gider, fakat belirli bir uzaklığı kaplar. Eğer kutular çok seyrek bir biçimde yayılırsa, canavar diğer bir kutuyu ateşleyemez.

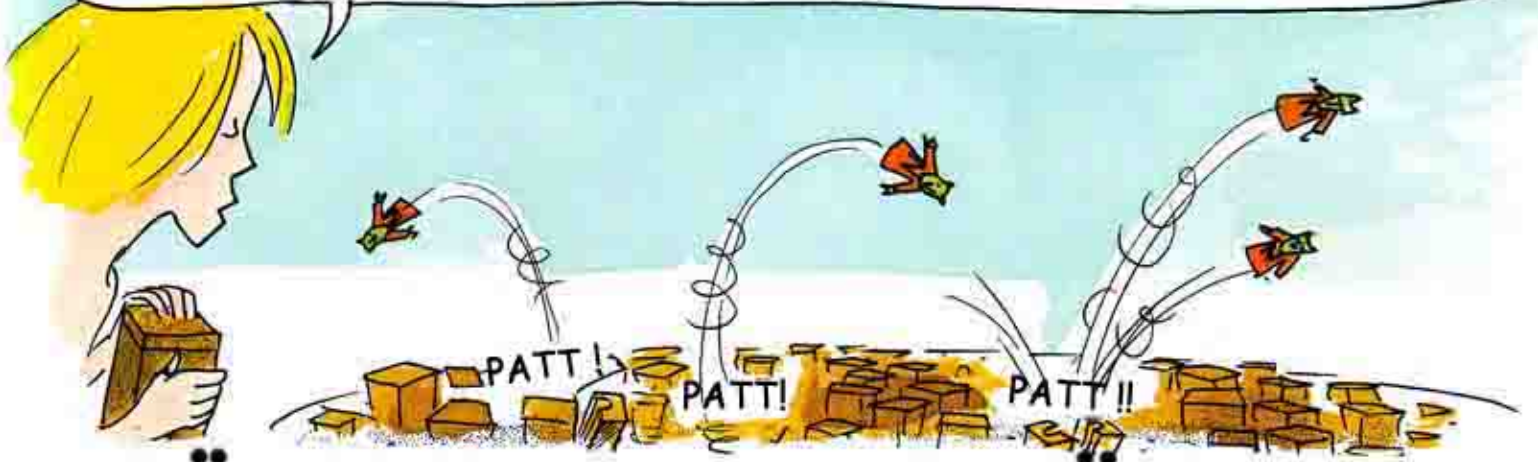


Fakat kutuların yoğunluğu (*) kritik bir değerin ötesine geçmemeli.

ZİNCİRLEME REAKSİYON istemiyorsan.

(*) Normalde KRİTİK KÜTLE olarak anılacaktır.

Aslında, zayıf DOĞAL RADYOAKTİF ışınım seviyesiyle ZİNCİRLEME REAKSİYON arasında bir ortalama bir geçiş dönemi görebiliriz. Ayarlanması çok zor ve hassas olan bu DERİŞİMİN düzenlenmesiyle her bir dakikada fırlatılacak canavarları, bir başka deyişle enerji akışını kontrol edebiliriz.



NÜKLEER REAKTÖR

Bu süreçleri kontrol etmek için daha iyi bir yol yok mu?

Canavarları yani enerjiyi absorbe edecek bir şeyden bahsedebiliriz.

Sinekliğe benziyor.

Görelim bakalım!

Astığımız bu yapışkanlı kağıt şeritler sayesinde Canavarların bazılarını absorbe edebiliriz ve bu benim reaktörün faaliyetini istediğim şekilde sınırlamamı sağlar.

Hatta bunlardan daha fazla asarak pratikte reaktörün durmasını bile sağlayabilirsin.

Yavaş yavaş bütün canavarlar yakalanıyor. Hemen hemen hiç zincirleme reaksiyon yok.

Bütün bunlar "normal" bir enerji yayılımı olarak kalır, radyoaktif parçanın epeyce zayıf doğal enerjisi.

Yani, **NÜKLEER REAKTÖR** yapmak için sadece yeterince ağır nükleileri bir araya getirmeye ihtiyacın var. **URANYUM 235** yada **PLÜTONYUM 239**. Ve biz reaktörün faaliyetini canavarları, ki buradakiler **FİSYON** nötronları oluyor, yutacak bir cisim sayesinde kontrol edebiliriz.

Özetle, Uranyum madeni %0.7 Uranyum 235 (**PARÇALANABİLİR**) içerir. Geri kalanı parçalanamayan Uranyum 238dir.

Ve biz **NÖTRON**ları absorbe etmek için **KADMIYUM** kullanırız.

Görünen o ki, doğada Plütonyum 239 yok, peki o zaman biz nasıl bunları reaktörde kullanmayı düşünebiliyoruz ki?

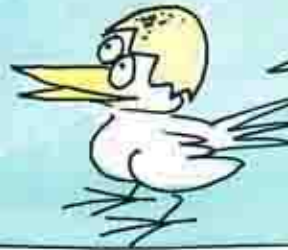
Ee evet... haklısın.

ÜRETKEN MADDELER

Uranyum 238 iki elementin bir araya gelmesi gibi düşünülebilir. Nötron için sol tarafta bir oda vardır.

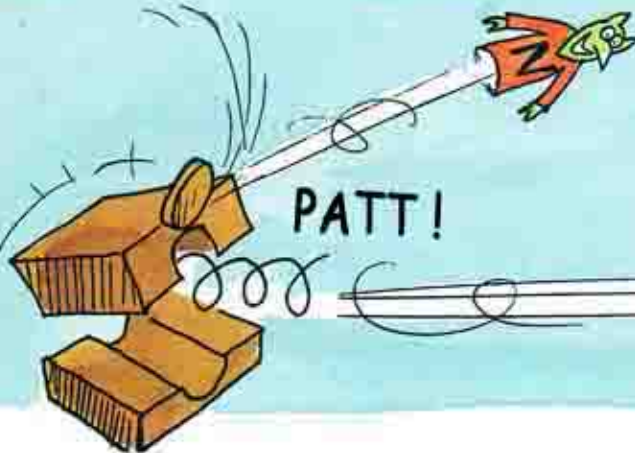


Diğer bir deyişle Uranyum reaktörü işletilirken, **PARÇALANABİLİR** malzeme ve **ÜRETKEN** malzemenin bir karışımını içerir. Ve **ÜRETKEN** malzemenin belli bir miktarını **PARÇALANABİLİR** malzemeye dönüştürür.



Belli bir oran?
Mesela ne kadar?

Bu reaktörü nasıl çalıştırdığımıza bağlı.
İlk **FİSYON NÖTRONLARI** dakikada 20 000 km ile her yöne fırlatılabilirler.



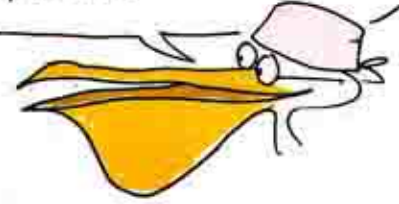
HIYAAA!

23

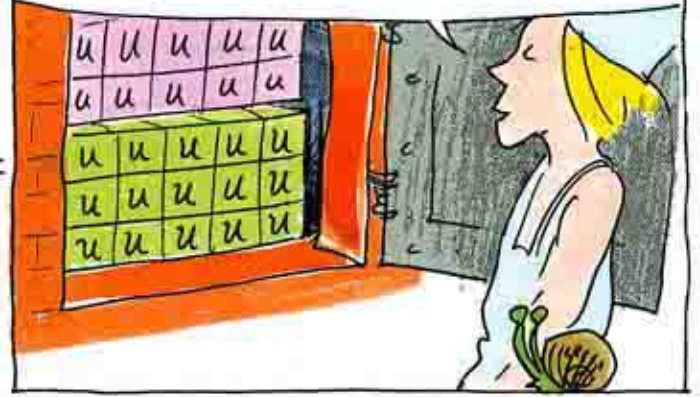
HIZLI NÖTRON REAKTÖRLER

Bu hızlı nötronlar kolaylıkla üretken U238 ile etkileşir böylelikle yüksek oranda Pu239 yaratır.

Ne yapıyorsun?



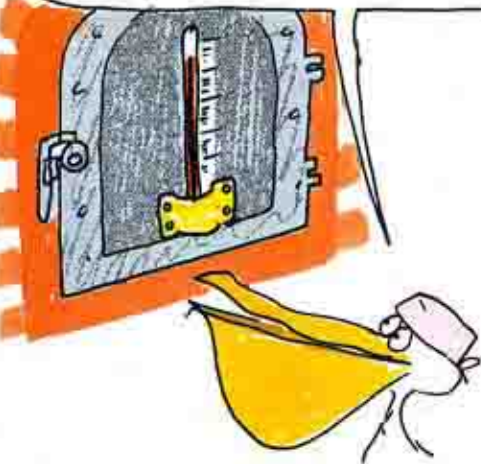
Sonra üstüne ÜRETKEN Uranyum 238 ÖRTÜSÜ ekledim.



HIZLI NÖTRONlar REAKTÖRÜN KALBİNDE 20 000 km/s hızla hareket ediyorlar. Eğer onları gaz molekülleri olarak düşünseydik, şu anda 16 milyon derecede olurlardı.

3 YIL SONRA

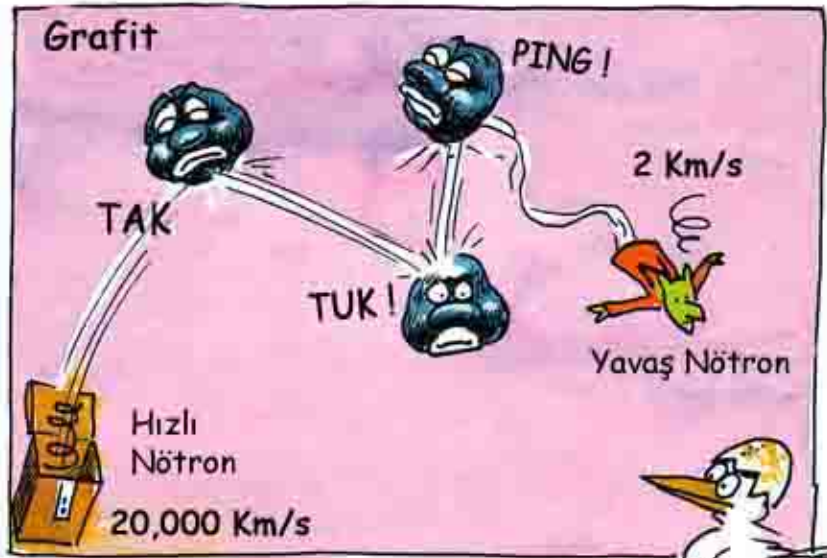
Oh! Archie kullandığı U235 ten daha fazla Pu239 üretti. Bu bir SÜPERJENERATÖR.



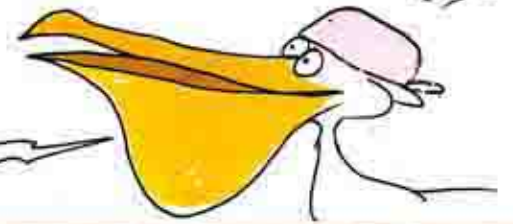
Bu normal çünkü her bir fisyon hareketi 2 U238in Pu239a dönüşümünü sağlayan İKİ hızlı nötron bir araya getirir.

YAVAŞ NÖTRON REAKTÖRLERİ

KADMIYUM sayesinde nötronları absorbe edebilir böylece reaktörün faaliyetini kolaylıkla kontrol edebilirim (hatta durdurabilirim). Fakat GRAFIT ve AĞIR HİDROJENLİ SU sayesinde nötronları absorbe etmeden YAVAŞ-latabilirim. Bunlara MODERATÖR (nötron yavaşlatıcı) denir.



Böylelikle nötronların ISIL DALGALANMA HIZINI 2 km/s ye yavaşlatabiliriz. Bu soğuk nötron gazı genellikle reaktörle aynı derecededir.



Pu 239 yine de oluşur fakat hızlı nötron reaktöründen çok daha az miktarlarda.

İki reaktör arasında kesin bir sınır yoktur. Ayrıca ikisi arasında yer alan "ılık" reaktörlerde vardır.



RADYOAKTİF ATIK UYARILMIŞ RADYOAKTİVİTE

U235 ve Pu239 nükleisi bir çok şekilde iki parçaya ayrılabilir. İşte Uranyum 235in radyoaktif Strontiyum 94 ve Ksenon 140 a parçalanması. $94+140+1 = 235$ eşitliğini dikkate alın.

Bunların hepsi baş belası !
Birçok FİSYON ÜRÜNÜ uzun ömürlere sahiptir ve uzun zaman radyoaktif kalmaya devam ederler. STRONTİYUM kendini kemik maddesine ve Tiraidini içindeki İYODİNE çevirebilir. Plütonyum da ayrıca çok tehlikelidir, LÖSEMİyi ve KANSERi tetikleyebilir.

Ayrıca fisyon nötronları sakın atomlar tarafından, örneğin reaktörün iskeletini meydana getiren ve onu radyoaktivite kadar tehlikeli ve kararsız yapan atomlar, tarafından da emilebilir. Böylece radyoaktif atık oranı artar.

YAPAY RADYOELEMENTLER



Yani bir reaktör farklı periyotlarda kararsız radyoaktif atık üretir.

Hayır, onlar büyük olasılıkla Helyum atomları, elektronlar yada antielektronlar fırlatarak kütle kaybına uğrayacak nükleiler (*).

Sırası geldiğinde muhtemelen parçalanacak nükleileri mi kastediyorsun?

Hey bak, Archie atıkları dışarı götürüyor.

PATT!

Belirli elementleri reaktöre koyup canavarbombardımanına tutarak farklı periyotlarda yapay radyoelementler yaratabiliriz. Bu şekilde yapay radyoaktivite dediğimiz şeyi elde ederiz.

Ben zavallı yalnız bir bilim adamıyım

Galyum 68. Periyot : 1 Saat

(*) Alfa yada Beta ışınımı

YAPAY RADYOELEMENTLER 1930larda birkaç sene içinde FİSYONun keşfedilmesine öncülük edecek FREDERICK ve IRENE JOLIOT-CURIE tarafından keşfedildiler.

Hey, bak Archibald kayboldu, fakat yerini atık yığınının kaçan canavarlar sayesinde bulabiliriz.



PATT!

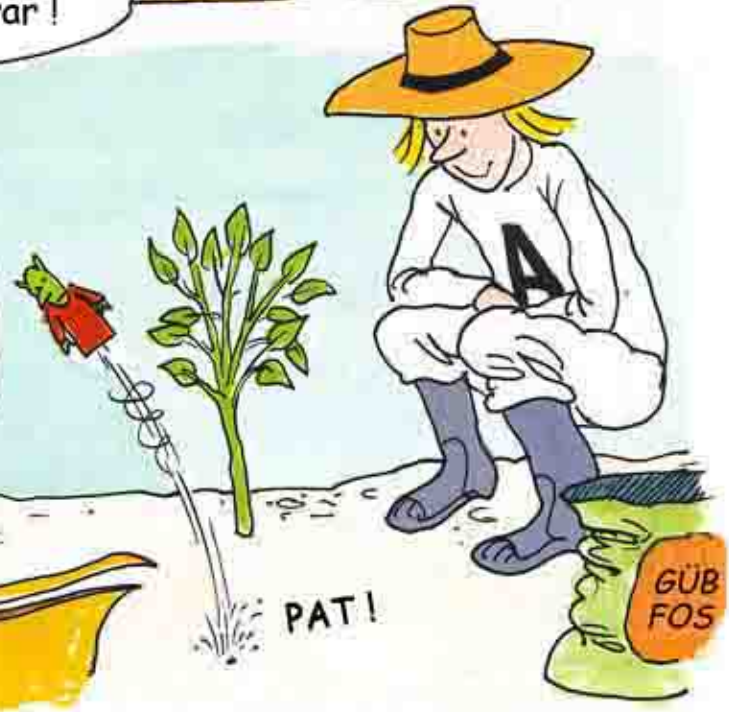
Bir fikrim var! Parça yayılımını keşfetmek için YAPAY RADYOAKTİVİTEyi kullanabiliriz, nükleilerin İZİNİ takip edebiliriz

Hatta nükleileri biyolojik moleküllerin radyoaktif izotoplarının üstüne koyabilir (İŞARETLEYEBİLİR) böylece onların yaşam dokusu üzerindeki hareketini takip edebiliriz.



Hey, burada tehlikeli derecede kararsız biri var !

Yapay radyoaktivitenin birçok faydalı kullanımı vardır. Mesela fosforun radyoaktif izotopunu fosfatın içine katarak toprağın içinde gübrenin ilerleyişi üzerine araştırma yapabiliriz.



BOMBALAR

Nükleer fizik patlayıcı biliminde büyük ölçüde ilerleme kaydedilmesini sağladı. Birden iki parçalanabilir malzemenin (U235 ve Pu 239) kütlelerinin patlama sayesinde bir araya gelmesiyle, kritik durumlar yarattık ve inanılmaz derecede kuvvetli zincirleme reaksiyonları ateşledik.

Bu iki kütleyi bir araya getirerek **KRİTİK KÜTLE** elde edilmesini görelim !

Birçok çeşitten büyük miktarda canavar fırlatılır ve atmosferin üst katmanlarına yükselen radyoaktif atık güçlü bir ısı salınımına neden olur. Fakat bu iyi bir şey çünkü komşularda faydalabilir.

Eğer **HİDROTEKNİKER**lere katılmak istiyorsanız, saf bir parçalanabilir elemente ihtiyacınız var(%100 U235 yada Pu239). Bunu sağlamak için iki yol var, ya doğal Uranyumu arıtırınız yada komşu reaktörünüze koymak için her bir çevrim işleminden sonra üretilecek Pu239ları toplarsınız.

Geliyor, geliyor !

FÜZYON



Yani, Güneş bu kadar sıcak olmak için çok fazla Uranyum içermesi gereken bir gezegen.

Hayır Archie, öyle değil. KİMYASAL REAKSİYONlarda HİDROJEN ve OKSİJEN gibi maddelerin karışımıyla başlarız.

Ama... hiçbir şey olmuyor?!

Sıcaklık yeteri derecede yüksek olmadığı için.

Karışımı ısıtalım.

ÇATT!

Ve bu ne sağ layacak?

H₂O, su

Yani zehirli maddeler üretmeden dışarı büyük miktarda enerji veren bir çok reaksiyon var.

Bir gün hidrojen oksijen karışımıyla (sıvı formda saklanan) uçan, geçtiği yerde arkasında bulutlar bırakan uçaklar kullanacağız!

Belki nüklei karışımlarını da "yakabiliriz".

Evet, eğer sıcaklıklarını yeterince yükseltebilirsek.

DÖTERYUM

TRİDYUM

HELYUM



AĞIR HİDROJENin (tek p protonu ile oluşan hidrojen çekirdeği hafifdir) iki çeşidi olan **DÖTARYUM** ve **TRİDYUM** ile bir reaksiyon yaratabiliriz. Bu **İZOTOPLAR**ın nükleisi sadece sahip oldukları nötron sayısı nedeniyle farklılık gösterir. Dötaryum ve Tridyum karışımı Helyum oluşturmaya eğilimlidir.

BÜYÜK CANAVAR BALOSU

İşte **AĞIR HİDROJEN** gazının elementi, yarı **DÖTARYUM** yarı **TRİDYUM**. Normal sıcaklıkta **ELEKTRON**lar nükleinin etrafında döner ve moleküler bağı korur (nükleiyi ikiye iki bağlayarak).



Döteryum molekülü



Tridyum molekülü

Sonra dans ritmi gerçekten abartılı bir hale gelir. Moleküller ayrılır (disasosiyasyon) ve elektron-arılar tek bir çekirdeğin etrafındaki yörüngede dönmeye başlar.

ÜÇ BİN DERECEYE YAKIN

Bu nükleinin etrafında yörünge izlemenin hiçbir yolu yok, sürekli hareket ediyor.

Evet, cehennem gibi oldu. Pes ediyorum...

Sonra sıcak gaz nüklei ve serbest elektron çorbasına döner, **SICAK PLAZMA**ya.

Canlan Marcel, canlan !

Biliyor musun bence dörtlü daha iyi oluruz.

Evet, bu sıcaklıkta daha dengeli olur.

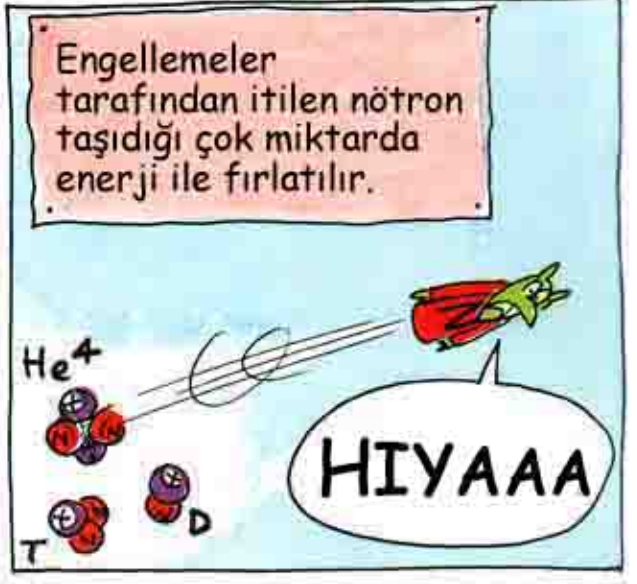
150 milyon derecenin üstünde (tutuşma derecesi) bazı olaylar meydana gelir.

Öyle mi dersin?

Tuzak kokusu alıyorum.

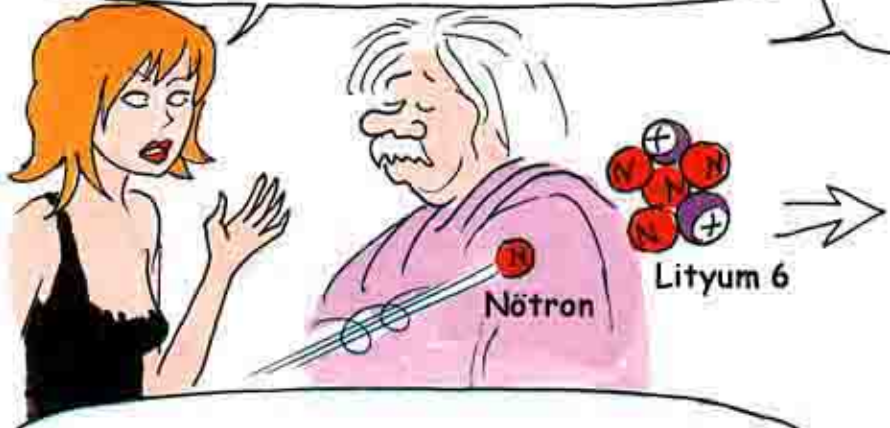
Hey bekle !..
 $2+3 = 5$ fakat helyum 4 çekirdeğe sahip değil mi?

Heyecanlandılar..



Demek ki, FÜZYON tam tamına FİSYON kadar kirletici, çünkü fisyon nötronları en yakındaki atomları radyoaktif atomlara dönüştürecek.

Bu nedenle biz bu nötronları Helyum 4 ve Tridyum 3 oluşturacak Lityum 6 ile absorbe etmeye çalışırız.



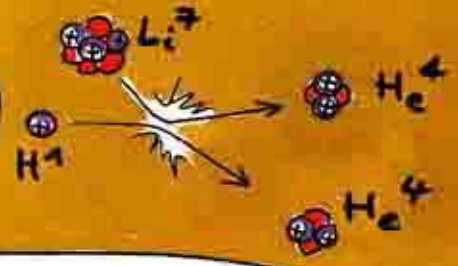
Başka bir deyişle, Lityum 6 kabuğu bir "üretken" madde gibi davranır. Bu reaksiyonun "füzyon yakıtı" Tridyum 3 vermesi gerekir.

Evet, füzyon reaktörü süperjeneratör ile bağlıdır. Şansa bakın ki Tridyum 3 kararsızdır (*) ve doğal konumunda kalamaz.



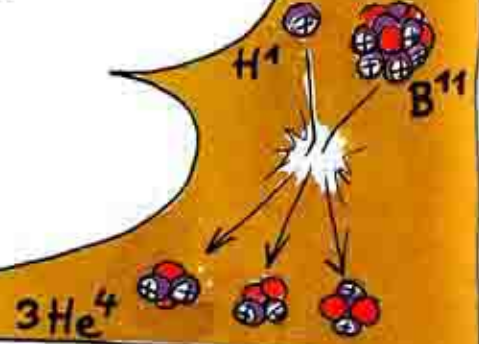
(*) Yarı ömrü sadece 12 yıldır.

Bununla birlikte, nötron yayımı yapmayan birçok çeşitte nükleer düzenlenmesi füzyon reaksiyonu olduğunu görüyorum.



Lityum 7 + Hidrojen 1 (hafif)
= 2 Helyum 4 oluşturur
(7+1 = 2x4)

Bor 11 + Hidrojen 1
= 3 Helium 4 oluşturur.
(11+1 = 3x4)



İlki 500 milyon derece ve ikincisi ise neredeyse bin milyon derece tutuşma sıcaklığına sahiptir !..

Hmmm... açıkça görülüyor... fakat tam olarak nasıl bu nükleileri birleştirebiliriz?

Güneşin içinde bu olay yavaşça oluyor fakat sıcaklık olarak yalnızca 15 milyon derece.

Yani bundan dolayı mı güneş kor gibi?

Evet, reaksiyonların yer alacağı nükleer bir "ateş" elde etmek için 150 milyon dereceye ihtiyaç vardır, denebilir ki; bu zaman periyodu da dakika mertebesindedir.

Bu nedenle biz bunu TOKAMAKS dediğimiz makinelerle yapmaya çalışıyoruz.

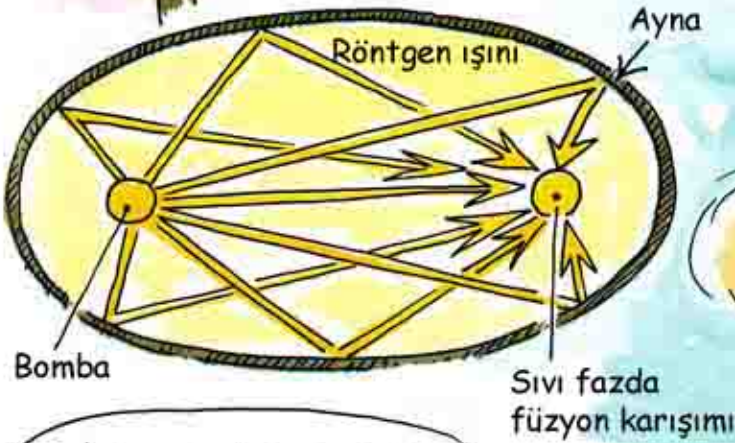
Peki işe yarıyor mu?

Henüz değil... bazı problemler var.

Takma kafanı, moralini bozmamalısın.



Hımm, Edward Teller yeni bir bomba yaratırken füzyonu kullandı. Bunu yapmak istemedik fakat yaptık. Teller'in bir fikri vardı (*). Her zaman parlak fikirleri vardı. A-Bombası patladığında dakikanın milyonda birlik ilk paçasında etrafa inanılmaz miktarlarda X-ray saçmaya başlar. Teller bu ışınları bir çeşit aynayla yansıtmayı ve onları Dötaryum Tridyum karışımı bir hedefe yönlendirmeyi önerdi.



İşe yaradı mı peki?

Yazık ki evet, fazlasıyla.

(* Savaş sırasında Los Alamos ta bulunan bir araştırmacı Edward Teller, Dr.Strangelove filmindeki "endişelenmeyi nasıl bıraktım ve bombayı sevmeyi nasıl öğrendim" cümlesinin esin kaynağıdır.

Teller U238'in yansıtıcısını bile yapmıştı.

Niçin U238 ?

Tabiki bunun hakkında bir düşünelim. H-bombası patladı. Füzyondan gelen nötronlar ÜRETKEN U238 maddesini vurdu ve onu çabucak parçalanabilen Pu239a çevirdi.

Bu en kötü FİSYON-FÜZYON-FİSYON bombasıydı.

YÖNLENDİRİLMİŞ ENERJİYLE OLAN FİSYON

Amaç yaratılan FÜZYONU (sıvı halde) DÖTARYUM-TRİDYUM karışımı üzerinde sınırlamaktı. Bütün enerji şekillendirilir: ışınlar, güçlü LAZERler tarafından fırlatılanlar, elektronlar, hızlandırıcıdan gelen nükle gibi çeşitli parçacıklar. GÜÇ ihtiyacı inanılmazdır. Bu TERMONÜKLEER ateşi ayarlamak için, devasa bir aynada yoğunlaştırılan güneş enerjisi kadar bir enerjiye ihtiyaç vardır. Saniyenin milyarda biri kadar bir süre, her birinin çapı 1 mm olan toplamdaysa Fransa büyüklüğünde olan küreler gerekir

Bu ANİ GÜÇ inanılmaz derecede büyüktür fakat genel ENERJİ tutarlı kalır: bu nükleer "kibrit" 200 gram baruta eşittir.

SON SÖZ

NÜKLEER ENERJİye ihtiyacımız var.
Fakat bütün bu FÜZYON, FİSYONun
da bir sürü zararı var.

Şu can sıkıcı
atıklar mesela.

Ve bir çok kaza riski.
Eğer reaktör aşırı ısınır,
metali ve beton konteynırı eritir,
hatta zemini bile eritir
(ÇİN SENDROMU (**)) ve fisyon
halindeki kütle biz durduramadan
kendini yerin altına
ilerlemeye zorlar.

Ne yapabiliriz ?

40 yıl çok uzun bir süre değil.
NÜKLEER ÇAĞın sadece
başlangıcındayız.

Fisyondan çok füzyon tarafında
olan bu temel problemi tamamıyla
değiştirebilecek, yapılabilecek olası
bir devrimsel ilerlemeye inanıyorum

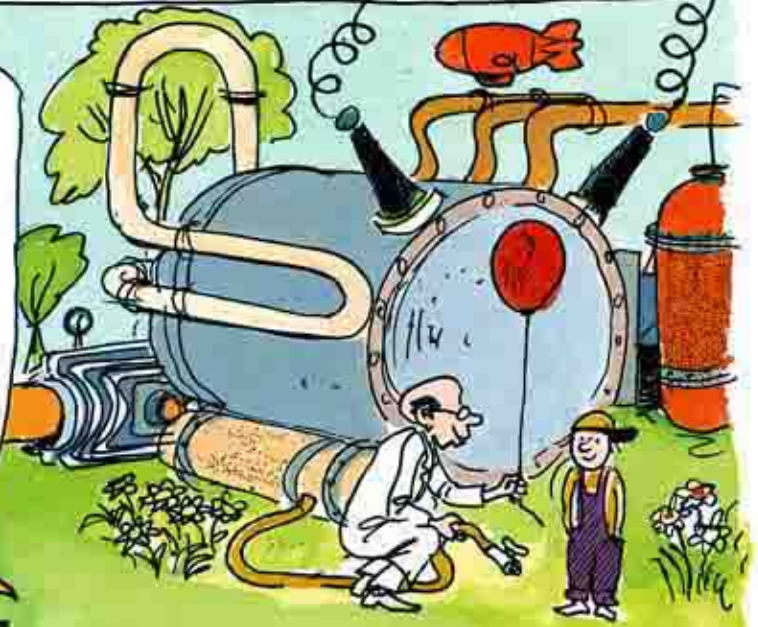
Ah...

(*) Bazı atom bilimcilerin düşüncesine göre, bir nükleer santralde meydana gelebilecek nükleer sızıntının yerküreyi delip Çin'den çıkacaktır. Bu nedenle bu tasvir Çin Sendromu adını alır.

Teorik olarak, serbest nötronların biraraya gelmediği füzyon reaksiyonlarında, **FÜZYON PLAZMASINI** güçlü manyetik ekipmanlar kullanarak sınırlandırabiliriz (güçlü manyetik parçacıklar yoğun manyetik alanlardan kaçarlar).

ALTIN ÇAĞ !

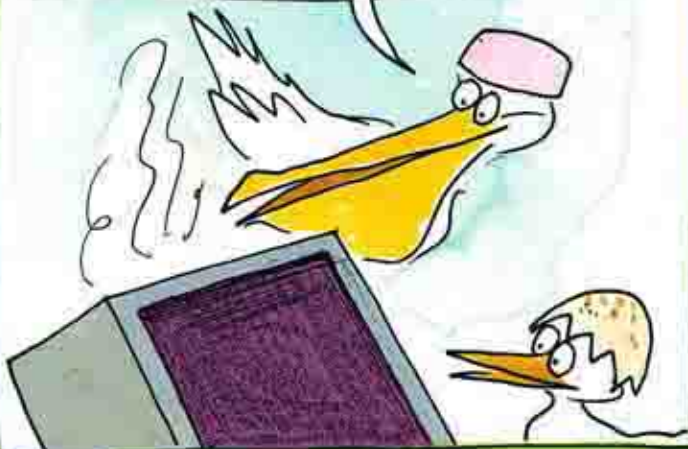
Kirletici olmayan bir füzyon santrali (lityum- hidrojen ya da bor-hidrojen). Reaksiyonun tek ürünü balon şişirmekte kullandığımız helium olur.



Güldürme beni,
bu bir rüya!

Bununla birlikte, **EVLERİMİZDE**
baca kullanmadan ısınmamızı sağlayan
katalitik sobalar mevcut.

Bu doğru, bu sobalar
su buharı ve karbondioksit
oluşturur, ve biz bunu makul
miktarlarda soluruz.



Makul oranda düşük
sıcaklıklarda çalışan bir
FÜZYON KATALİZÖRÜ
var mı acaba?



Bir tane biliyoruz bile: Karbon

Ah evet, aslında, Güneş, merkezi ısı 15 MİLYON DERECEYKEN yani TUTUŞMA SICAKLIĞI 150 MİLYON DERECEDEN 10 KAT DAHA AZ iken, füzyon ile işleri nasıl yürütüyor?

Burada karbon katalizör (hızlandırıcı) gibi davranır. Oldukça karışmış reaksiyon basamaklarından birinde araya girer, ve sonunda yeniden oluşur. Reaksiyon karbon 12 ve hidrojen 1 ile başlar ve nitrojen 13 verir. Sonra nitrojen 13 nitrojen 15e dönüşür ve son olarak da: nitrojen 15 + hidrojen 1 -> karbon 12 + helium 4 verir (Bethe çevrimi).

Fakat bu reaksiyon oldukça yavaştır (tabiki Güneş dışında, onun bolca zamanı var).

MUONLAR

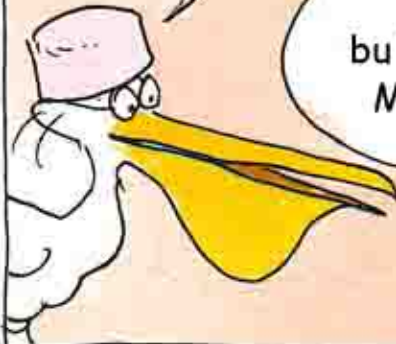
Soğuk gaz karışımı moleküllerini basit elektrik boşaltım yolları ile elektronlarla bombalayarak, karmaşık kimyasal reaksiyonlar yaratabiliriz.



Örnek olarak:
 2CH_4 (metan) +
(elektriksel boşaltım)
-> C_2H_2 (asetilen) + 3H_2 verir.

Moleülün içinde elektronların yerine koyabildiğimiz MUONLAR, büyük elektron parçalarına benzeyen ve birlikte çeşitli nükleiler veren parçacıklardır.

Peki o zaman neden bu "kayıtsız" füzyon karışımını Muonlarla bombalamıyoruz?



Sence işe yarar mı?

PROBLEM DEĞİL BAYIM.

Muonların hızlandırıcı içinde nasıl yaratılabileceğini biliyoruz. Muonlar döteryum ve tridyum nükleilerine çarptığında helium oluşur, dolayısı ile füzyon oluşur. Fakat sadece işin birkaç parçacıkla kısmıyla ilgilenen ve kullanılabilir endüstriyel füzyon yaratmaya çalışan mikrofizik alanındaki deneylerin, kat etmesi gereken daha çok yol var.

Bunların yanı sıra nükleilerin DEVİRLeriyle de oynayabiliriz. Bu da onların tango yerine vals yapmalarını sağlamak demek oluyor.



PAAT

Özür dilerim !

Daha dikkatli olamaz mısınız !

İşte buradasınız, tüm hikaye tekrardan başlıyor







ATEŞİ icat etmenin her zaman büyük bir hata olduğunu söylemişimdir...

Bilimmiş... peh !

Ne güzel
bir gezegen.

Mutlu musun ?

SON
43