

Úvod do jadrovej fyziky a rádioaktivity

Juraj Tekel, KTF FMFI UK

27.6.2019, ESET, Bratislava

**Úplné základy
fyzikálních
princípov za
jadrovými
reaktormi.**

**Dve zaujímavé veci
z fundamentálnej
fyziky.**

Špeciálna teória relativity

$$E = m c^2$$

Kvantová mechanika

tunelový jav

Špeciálna teória relativity

$$E = m c^2$$

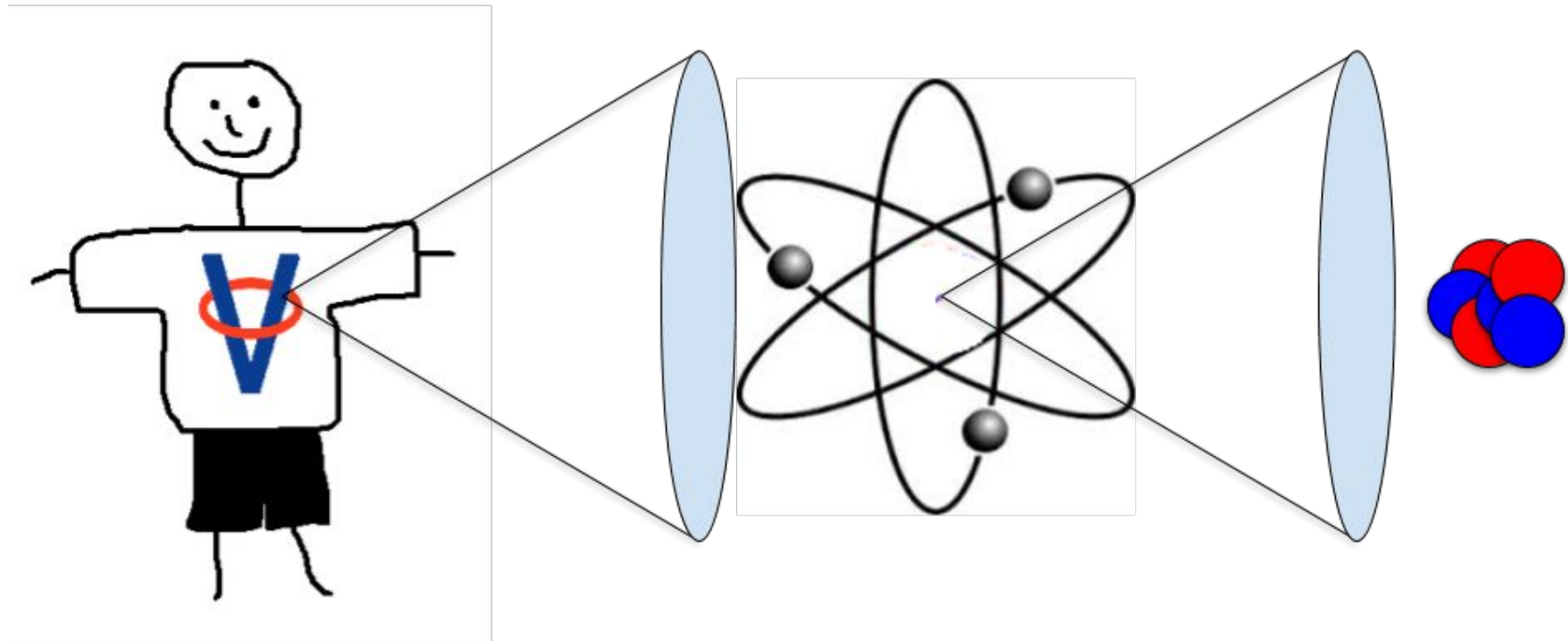
1905

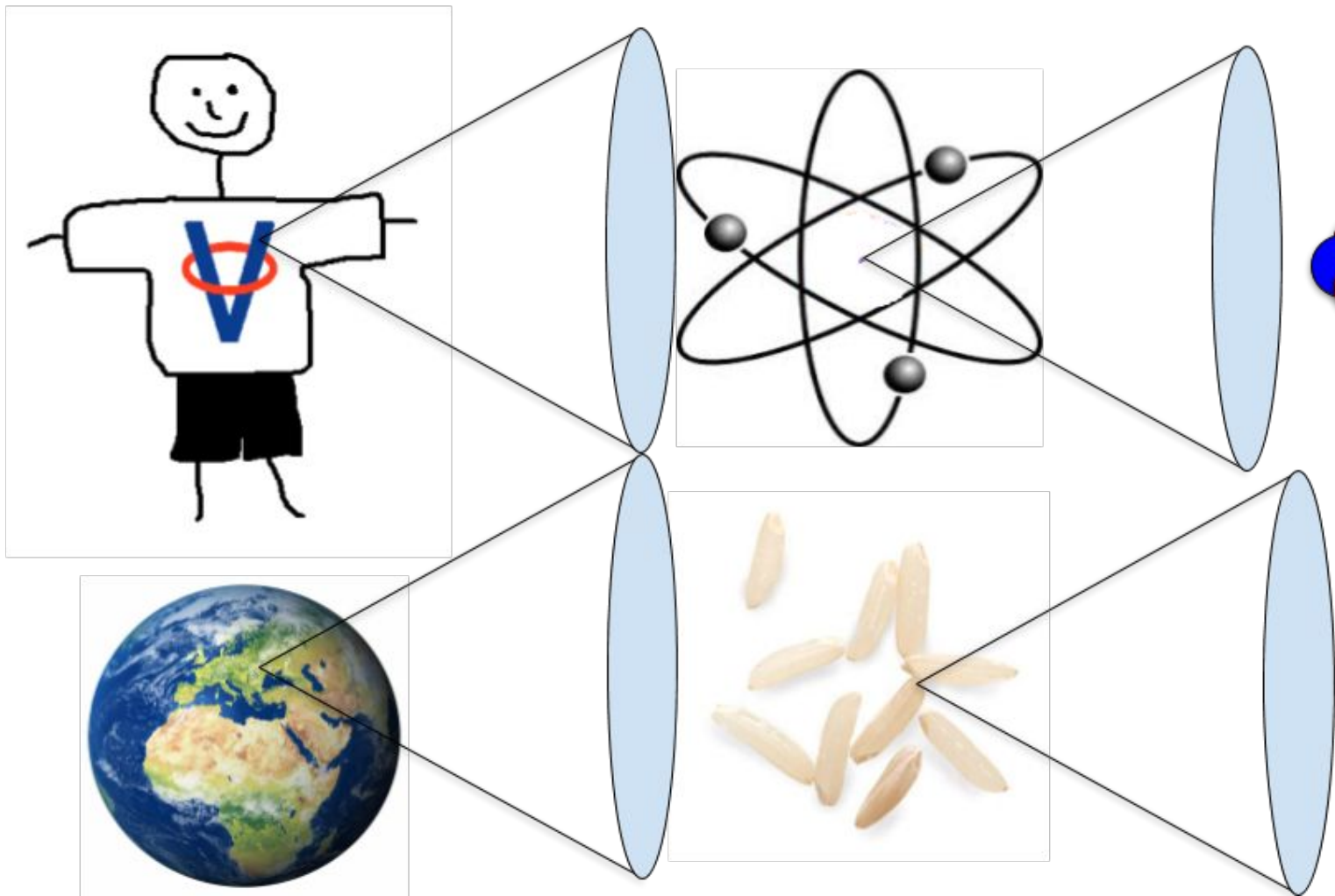
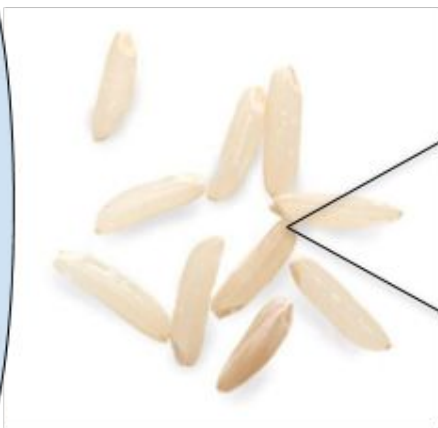
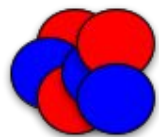
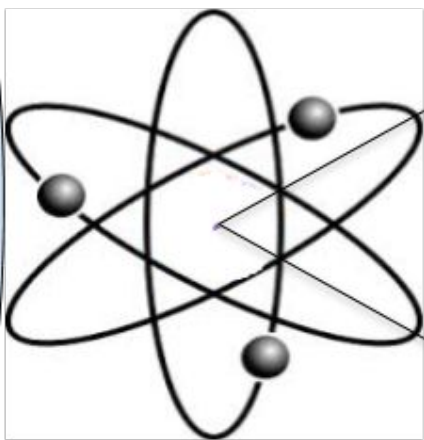
Kvantová mechanika

tunelový jav

1930

Jadrová fyzika





Sily medzi nimi

protón 

neutrón 

nukleón 

elektrické odpudzovanie



príťahovanie jadrovou silou



Sily medzi nimi

protón 

neutrón 

nukleón 

elektrické odpudzovanie



príťahovanie jadrovou silou



Veľký rozdiel v dosahu

Elektrická sila pôsobí na veľmi veľké vzdialenosti.

Jadrová sila medzi nukleónmi je relevantná iba na vzdialenostiach zhruba ako veľkosť atómu.

Na väčších viac prakticky neexistuje.

Na interakcie sa dá pozerať ako na pružinky.



Na interakcie sa dá pozerať ako na pružinky.



Na interakcie sa dá pozerať ako na pružinky.

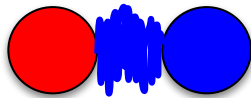


Čo sa stane ak dáme viac nukleónov
dohromady?

Čo sa stane ak dáme viac nukleónov dohromady?

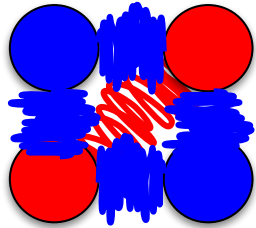


Nestabilné.



Stabilné.

Čo sa stane ak dáme viac nukleónov
dohromady?

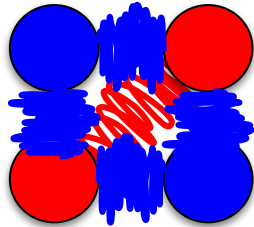


Veľmi stabilné.

V pružinkách je skrytá energia.

V **červených** kladná,

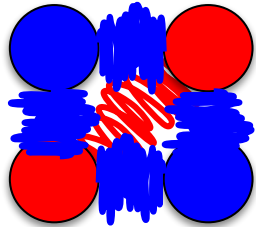
v **modrých** záporná.



V pružinkách je skrytá energia.

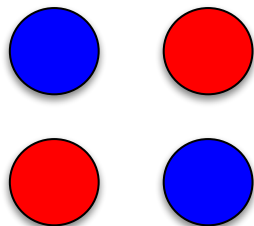
V **červených** kladná,

v **modrých** záporná.



Tým stabilnejšie,
čím viac energie
treba dodať na
potrhanie pružiniek.

Pružinky zvonku nevidieť.



Celé je to ohromne maličké.

.

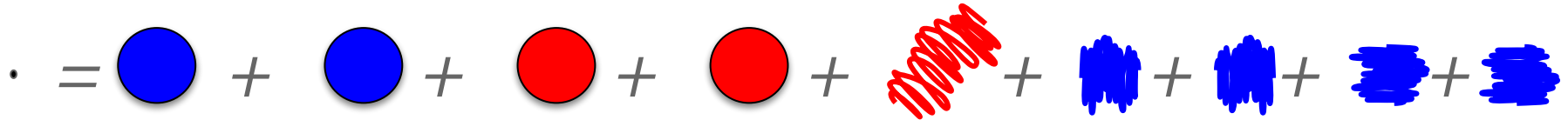
Ako sa dá o pružinkách vedieť?

Ako sa dá o pružinkách vedieť?

Na váhe.

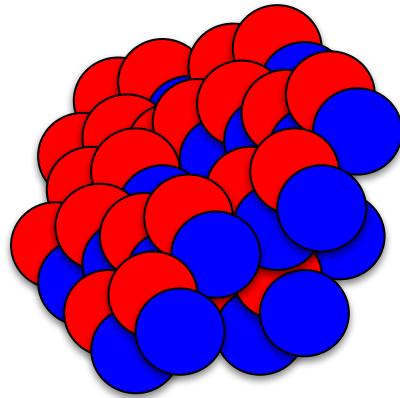
Každá pružinka váži

$$m = E / c^2$$



Príklady boli pre atóm hélia, 2● a 2●.

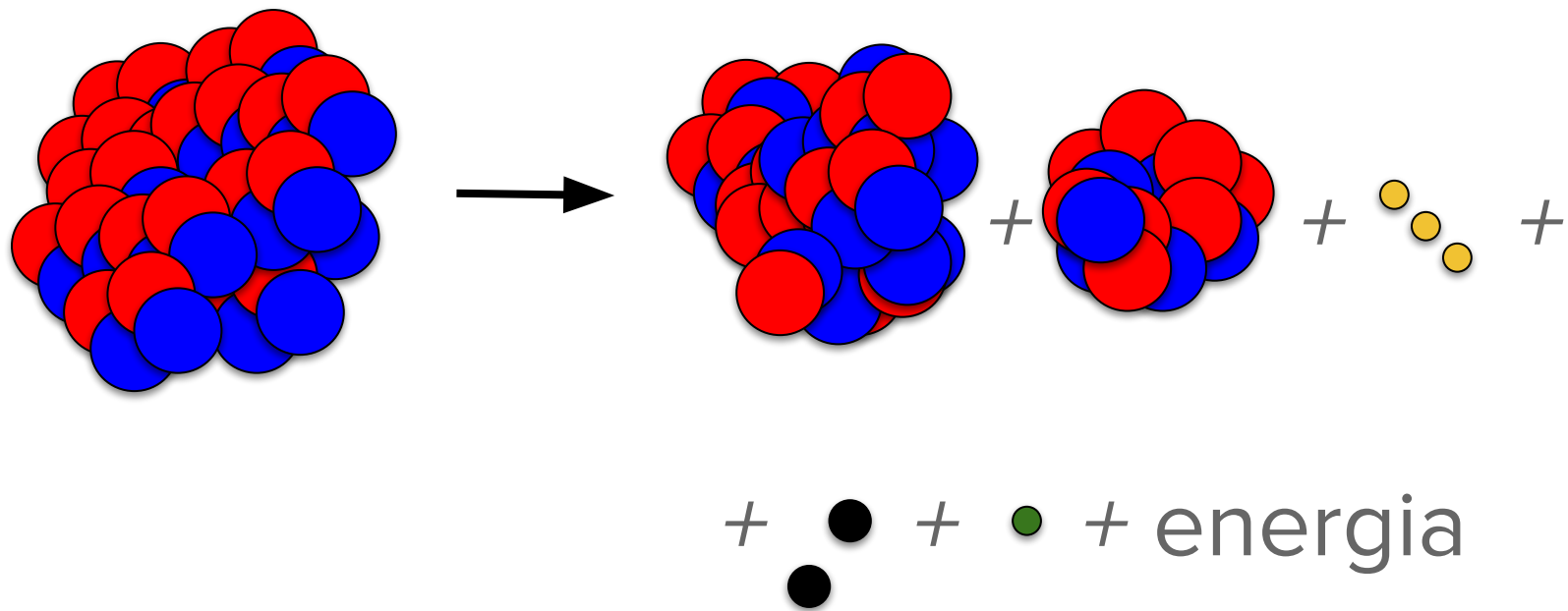
Jadro uránu 235 sa skladá z 92● a 143●.

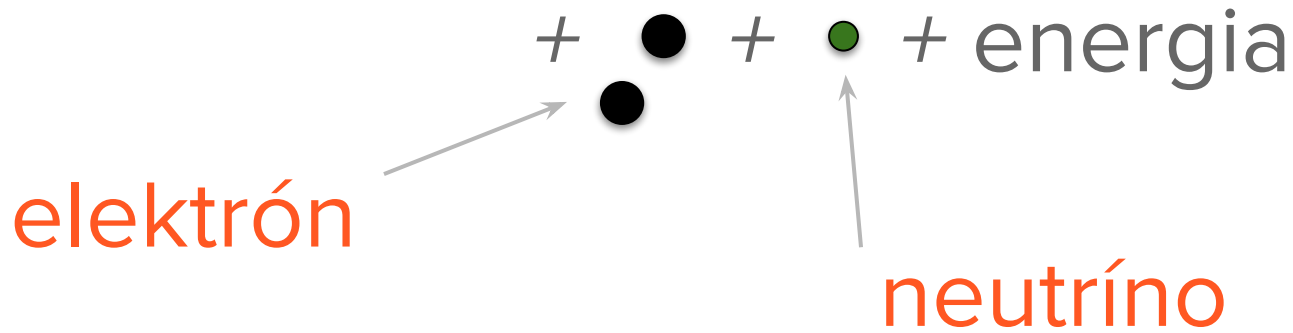
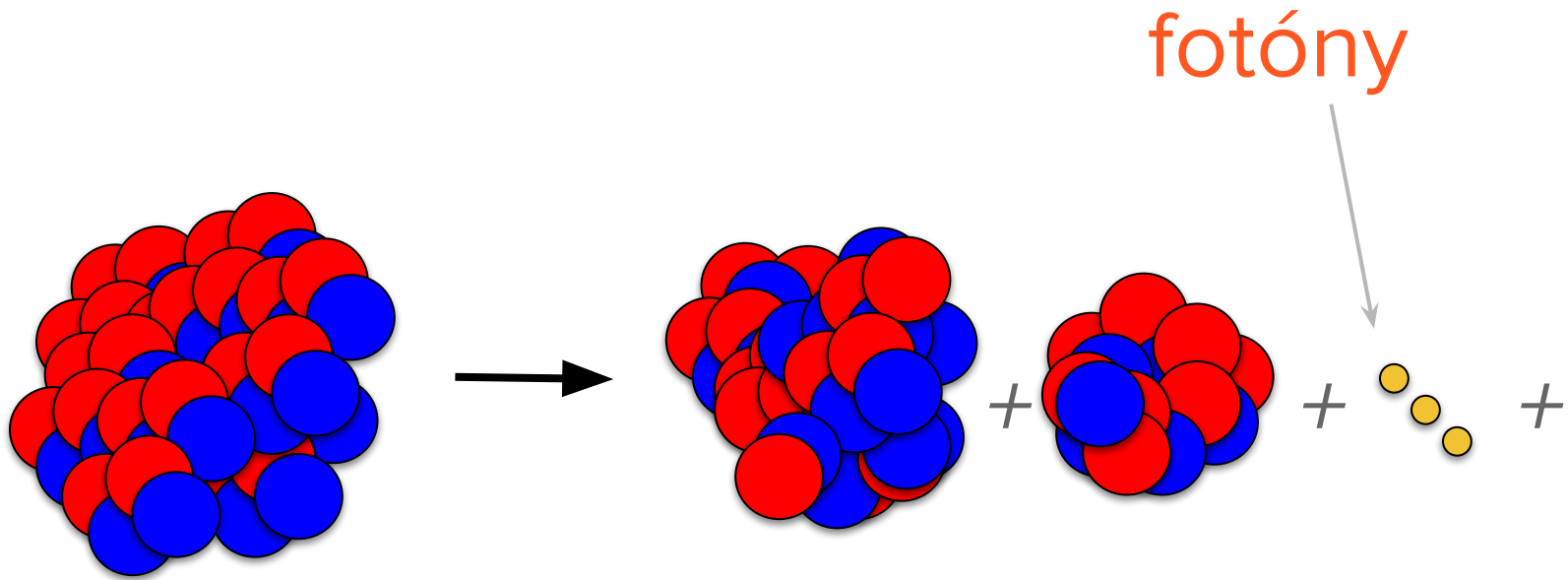


Medzi nukleónmi sú pružinky, ktoré čosi vážia. Podľa toho, ako sú nukleóny usporiadané.

Spontánne procesy

Spontánne - prebiehajú samé od seba





.



.

+

.

+



+

+



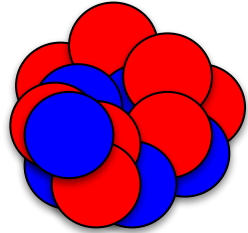
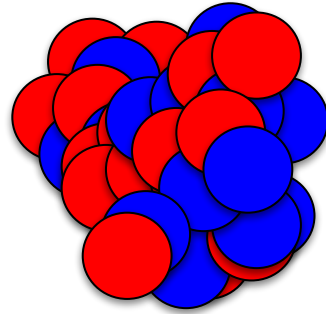
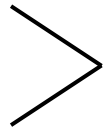
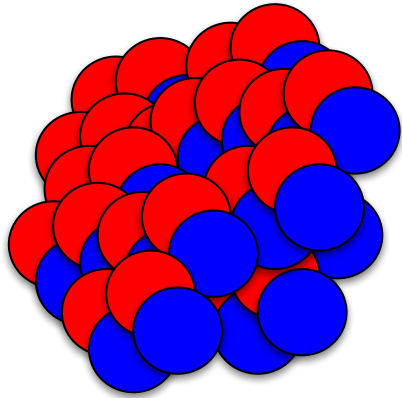
+



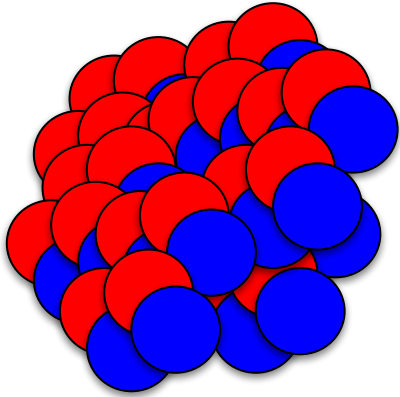
+

energia

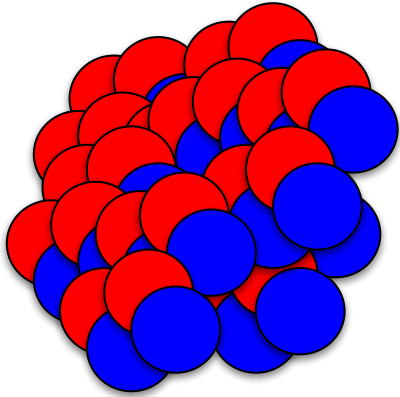
Pružinky a ľavej strane vážia viac ako pružinky pravej strane.



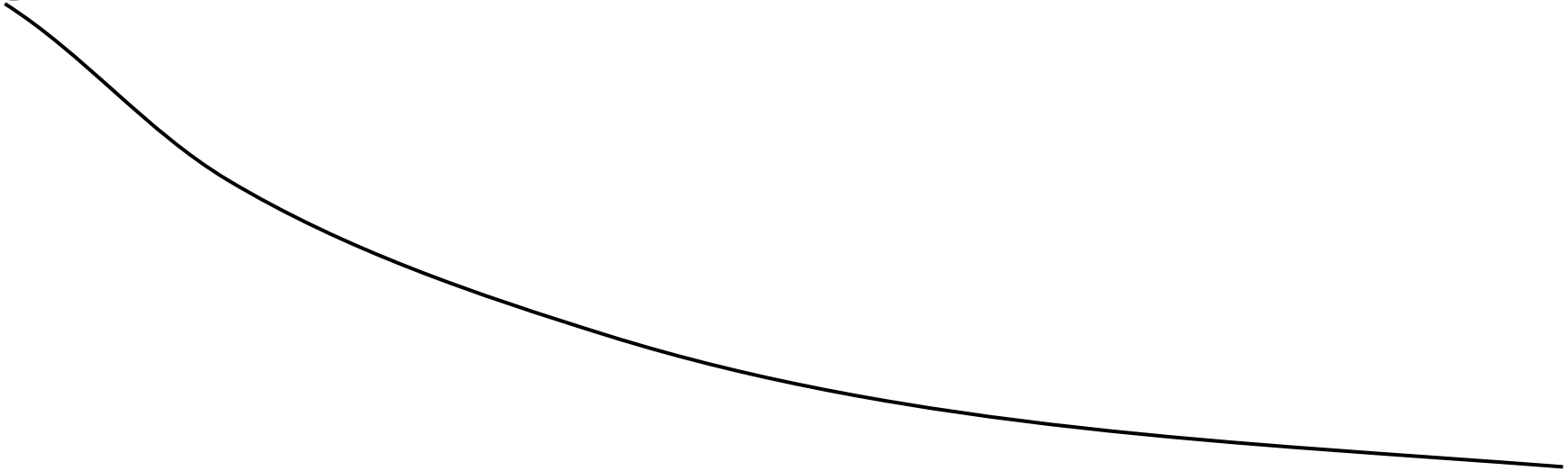
Prečo je táto situácia stabilná?

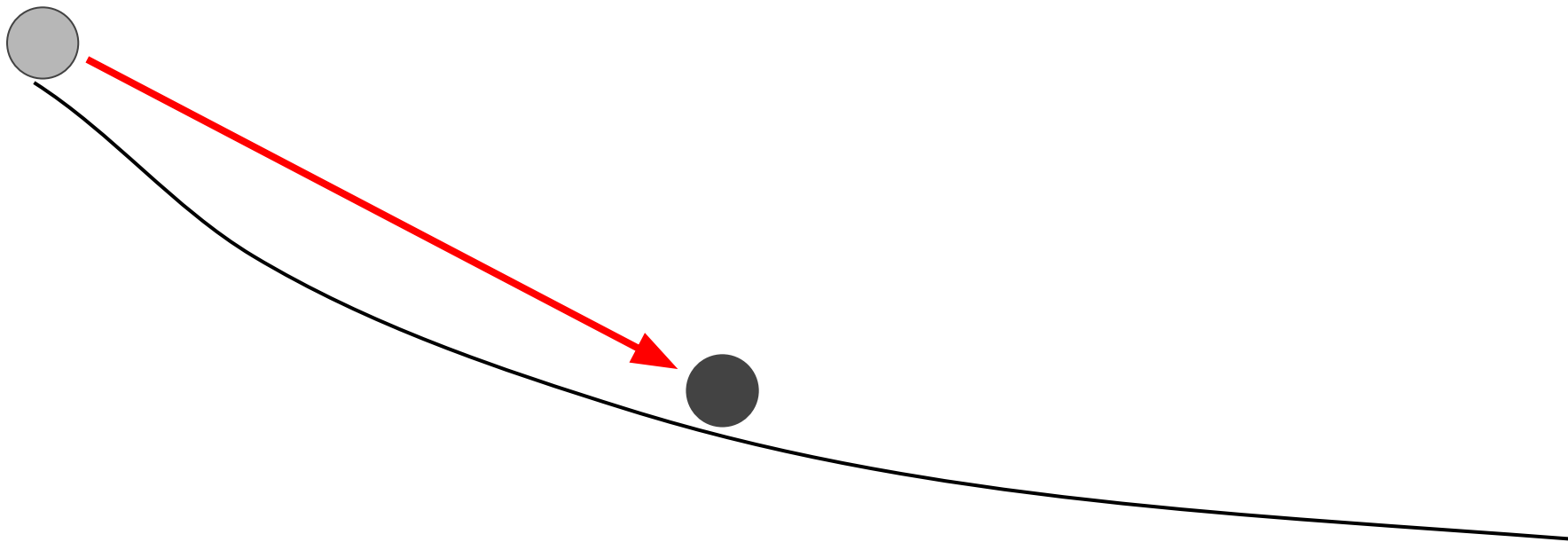


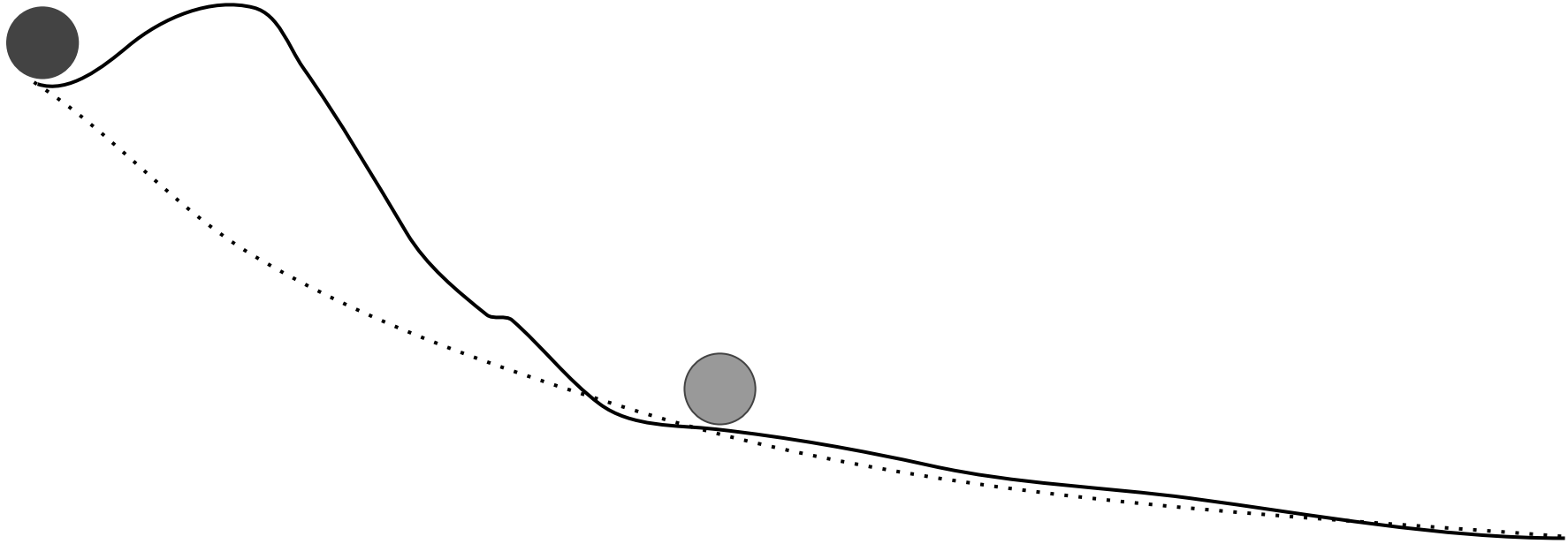
Prečo je táto situácia stabilná?



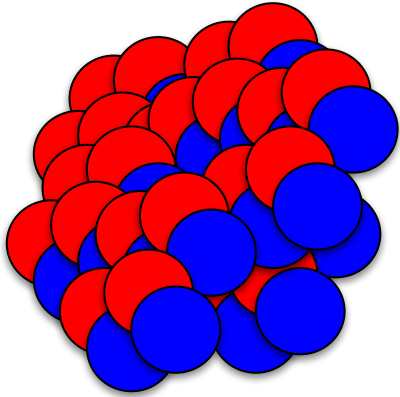
Lebo treba prejsť cez konfigurácie s ešte väčšou energiou pružiniek.



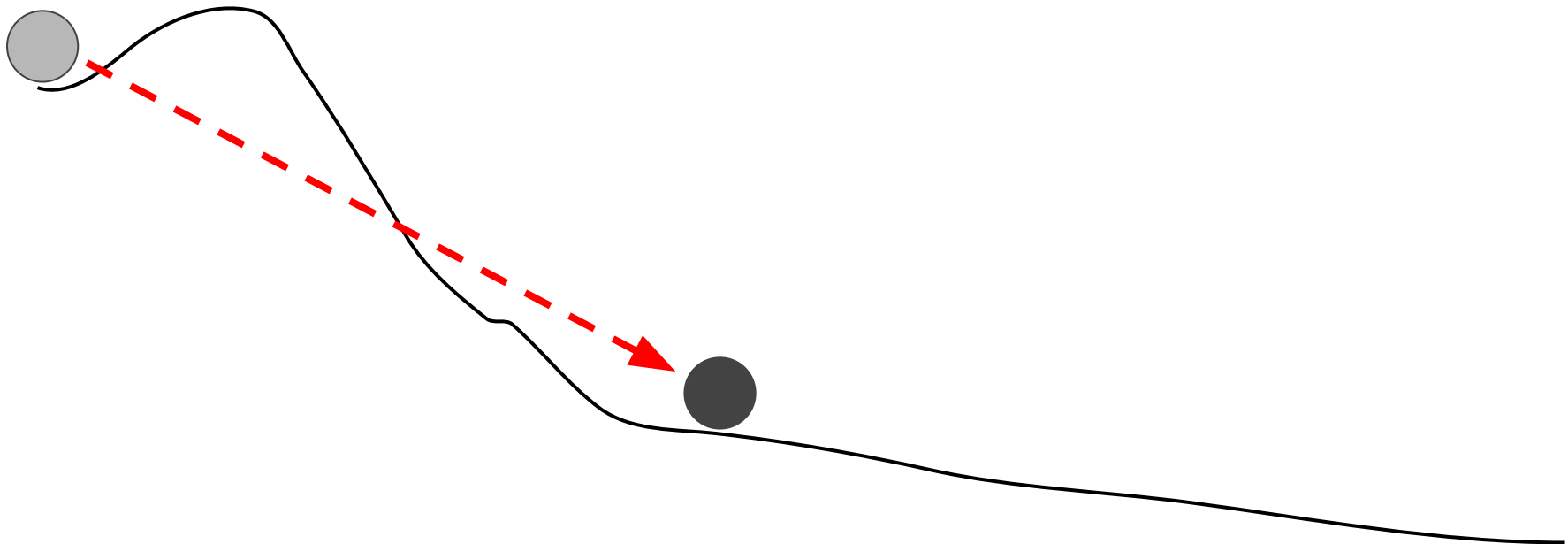




Prečo sa vôbec takéto niečo rozpadá?

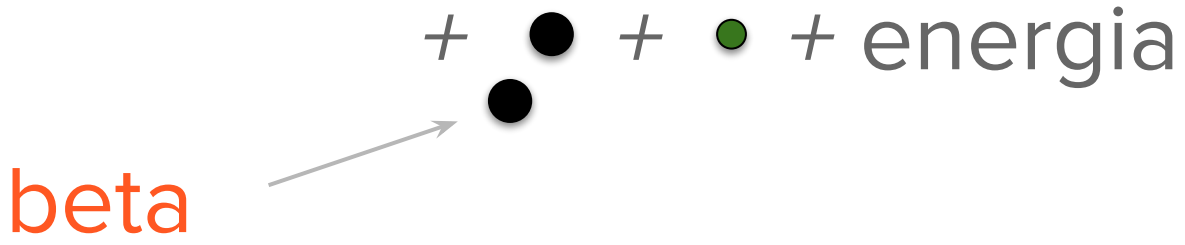


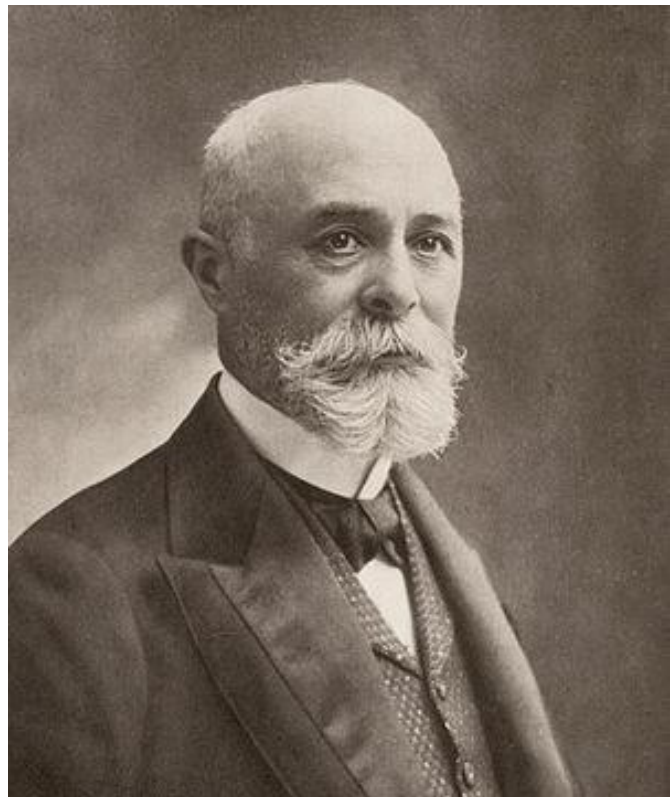
Lebo tunelový jav!



**Energia v rozpadoch
pochádza z
potrhaných
pružiniek. Rozpady
sú možné vďaka
tunelovaniu.**

Rôzne druhy žiarenia

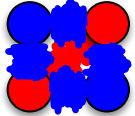





Henri Becquerel (1852 – 1908)

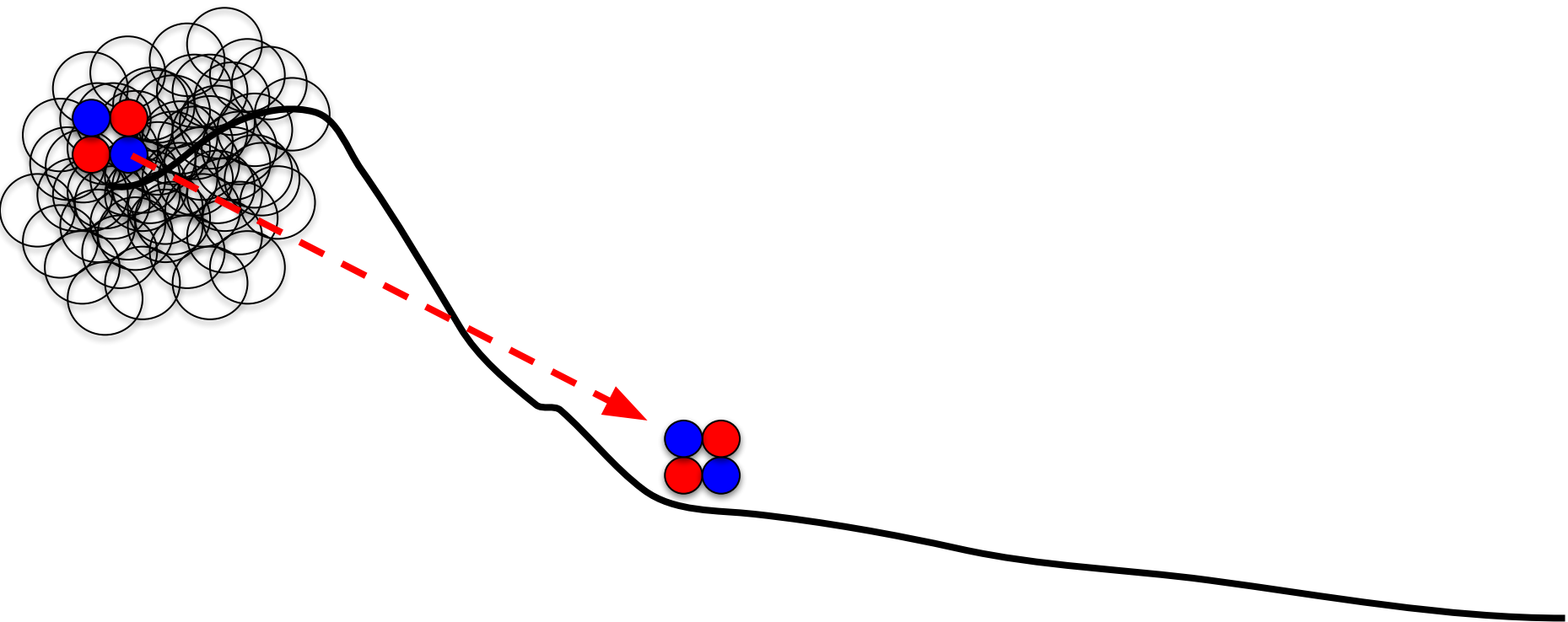
obr.: wiki commons

Tri rôzne druhy rádioaktívneho žiarenia.

Alfa -  jadrá hélia, veľmi slabo preniká cez prekážky, problém ak vznikne do tela

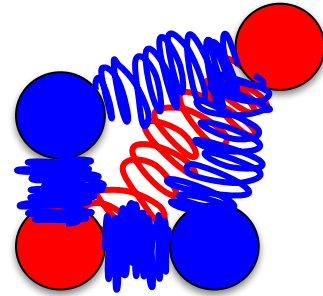
Beta - ● elektróny, prenikajú hlbšie a môžu byť problém aj externe

Gama -  vysokoenergetické fotóny, bez problémov prenikajú tkanivami, môže spôsobovať chemické zmeny hlboko v tele

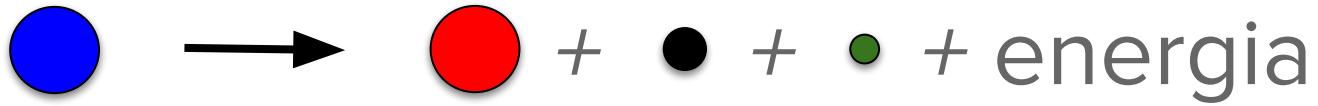


Tie isté nukleóny môžu byť usporiadané rôzne.

Isté **špeciálne pravidlá**, ktoré konfigurácie sú dovolené. Podobne ako pre elektróny v elektrónovom obale.



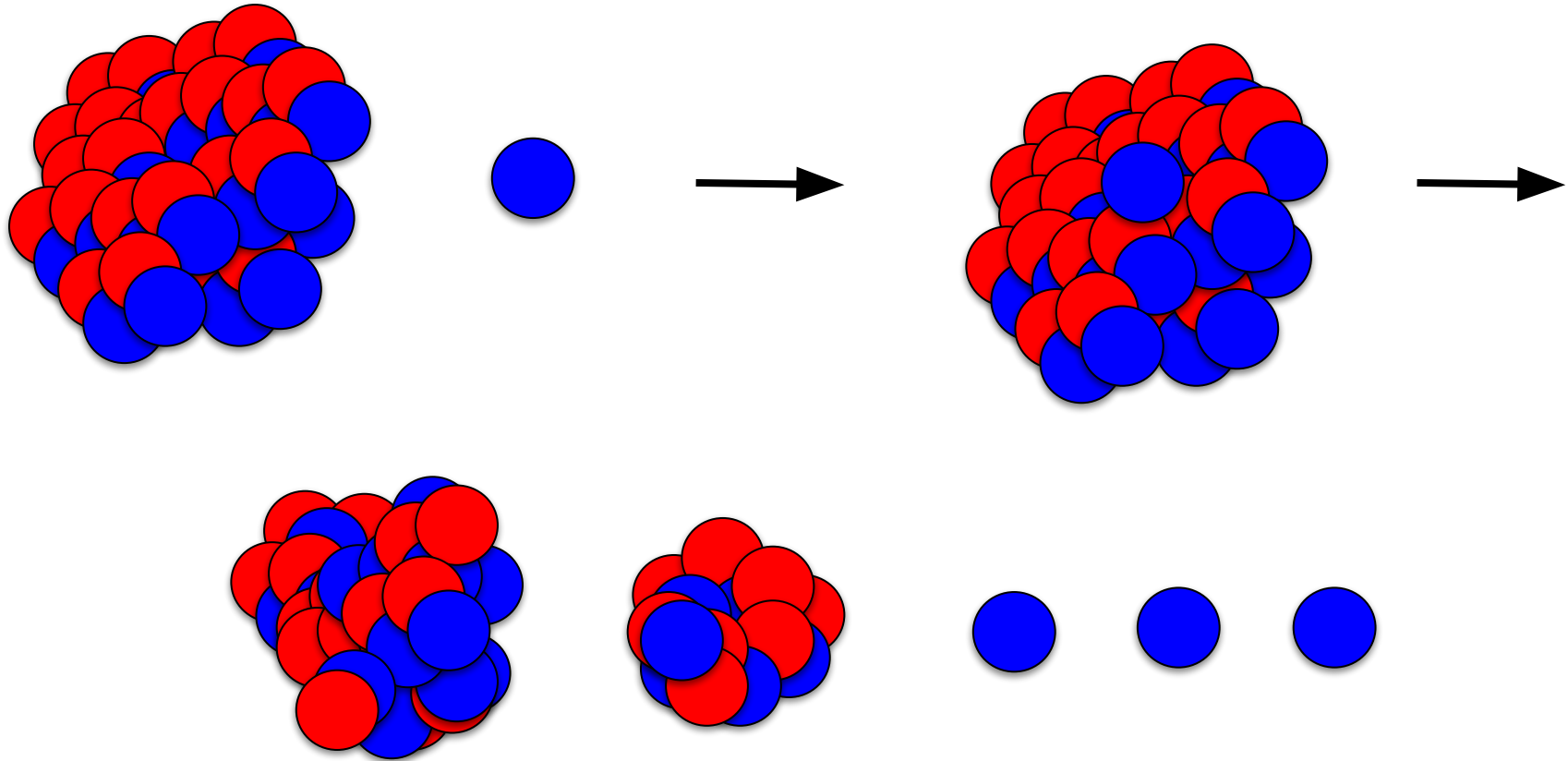
Neutrón sa vie rozpadnúť na protón a čosi.



**Indukované
procesy -
rozpady**

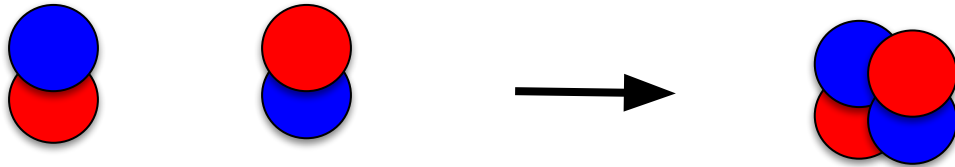
Keď rozpadu niečo externe pomôže.

Ked' rozpadu niečo externe pomôže.



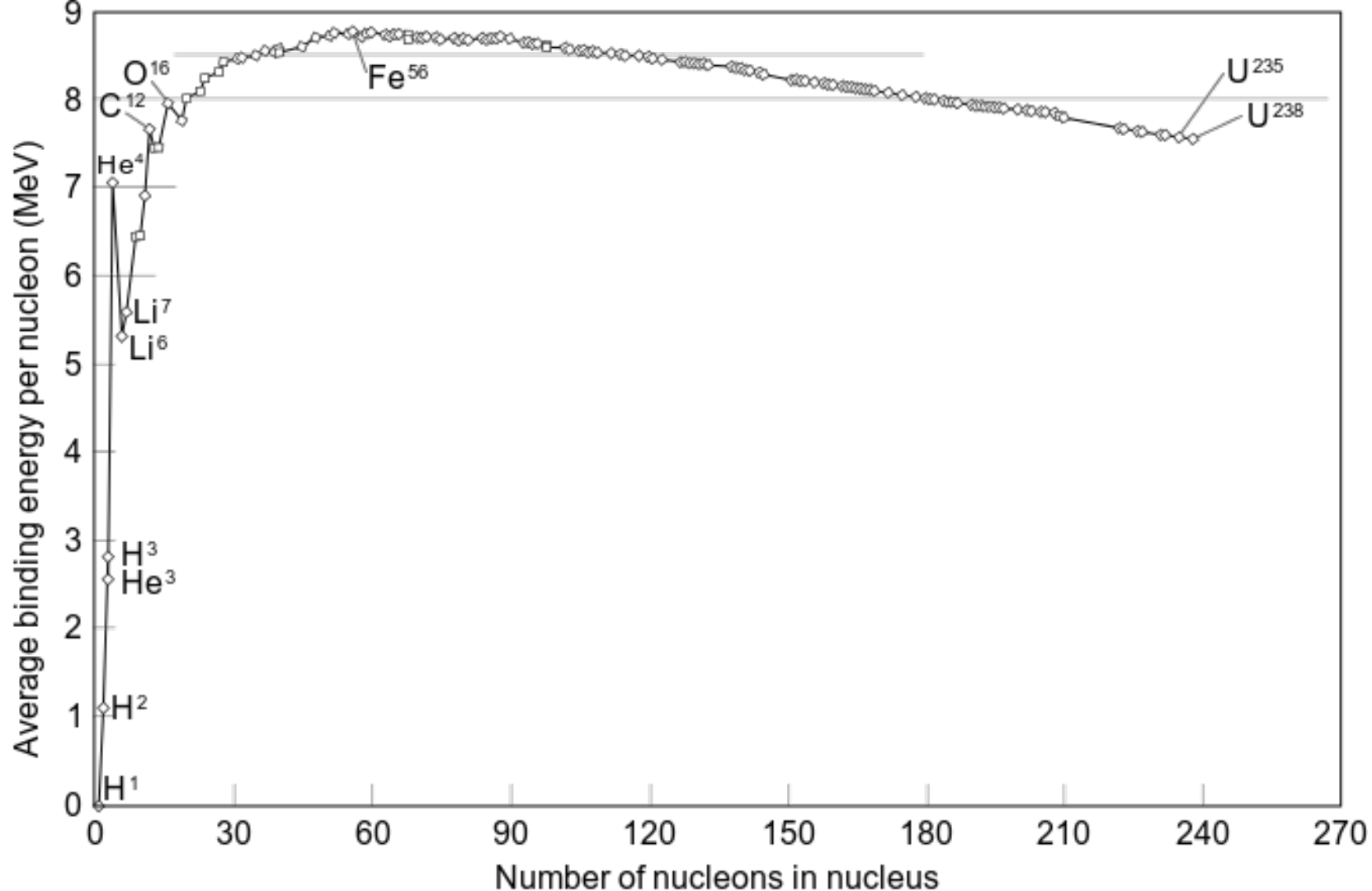
Indukované procesy - spájania

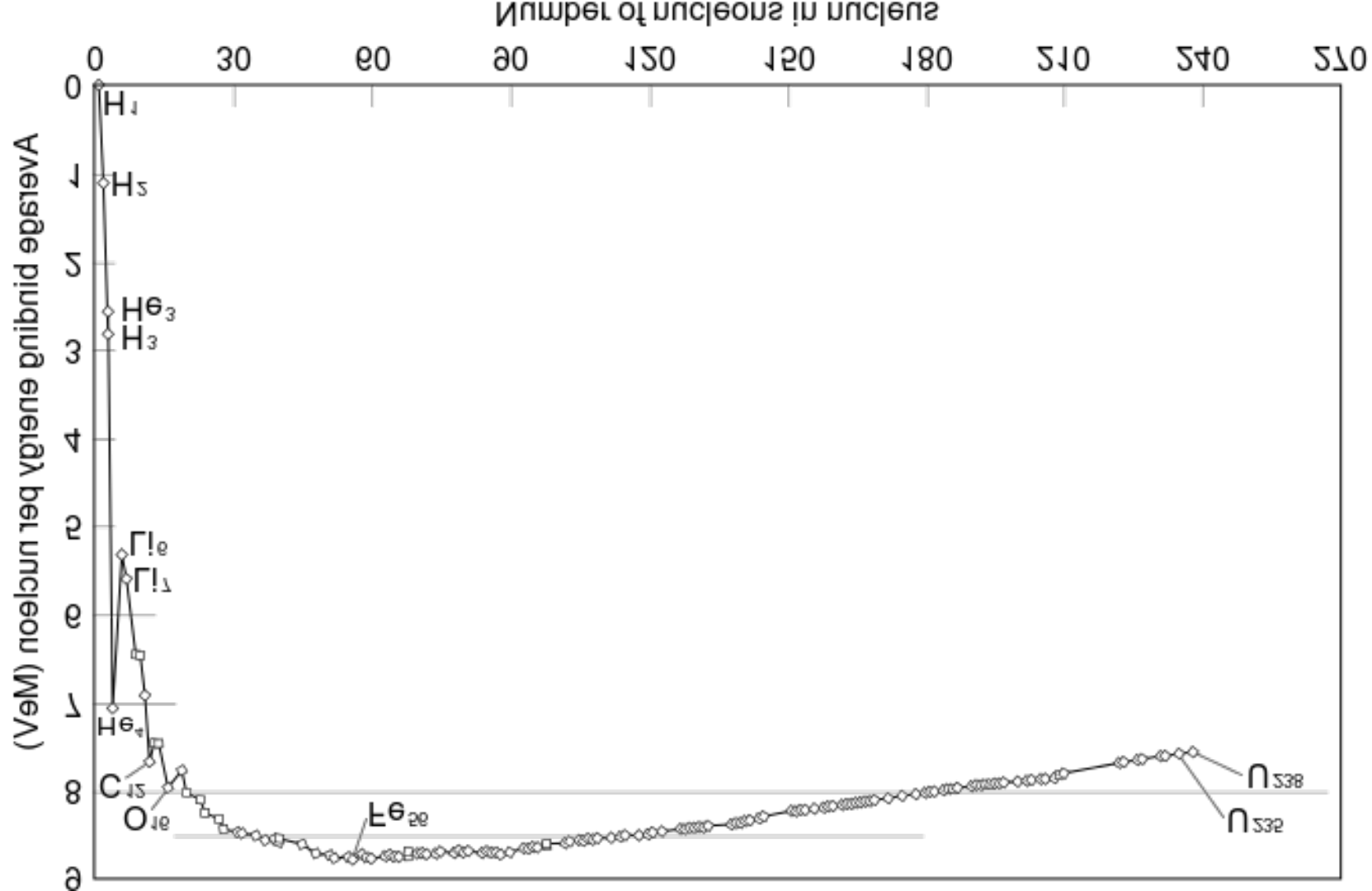
Aj spájaním sa vie uvoľňovať energia.



Problém je dostať ich dostatočne blízko k sebe (zahriať na vysokú teplotu).

Z takýchto reakcií pochádza energia hviezd.





**Nekontrolované
reakcie -
výbuchy**

Reťazová reakcia - produkty rozpadu spôsobujú nové rozpady.

To môže byť problém, nie vždy sa to podarí.

Pre výbuchy musí byť materiál dostatočne nahusto, **kritická hmotnosť, teplota.**

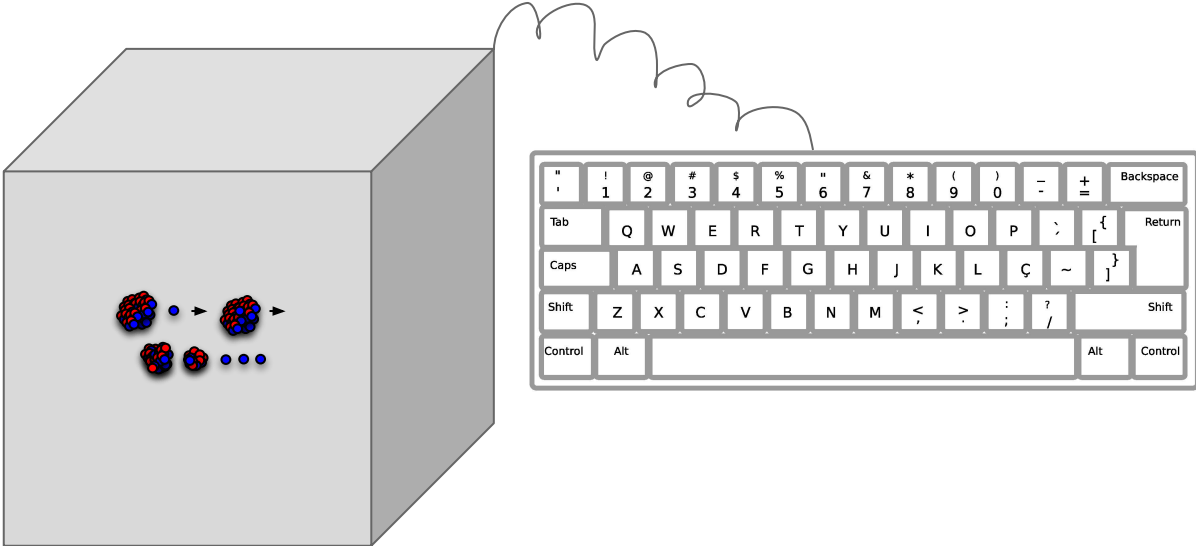
**Kontrolované
reakcie -
reaktory**

Pomalšie neutróny sa efektívnejšie.

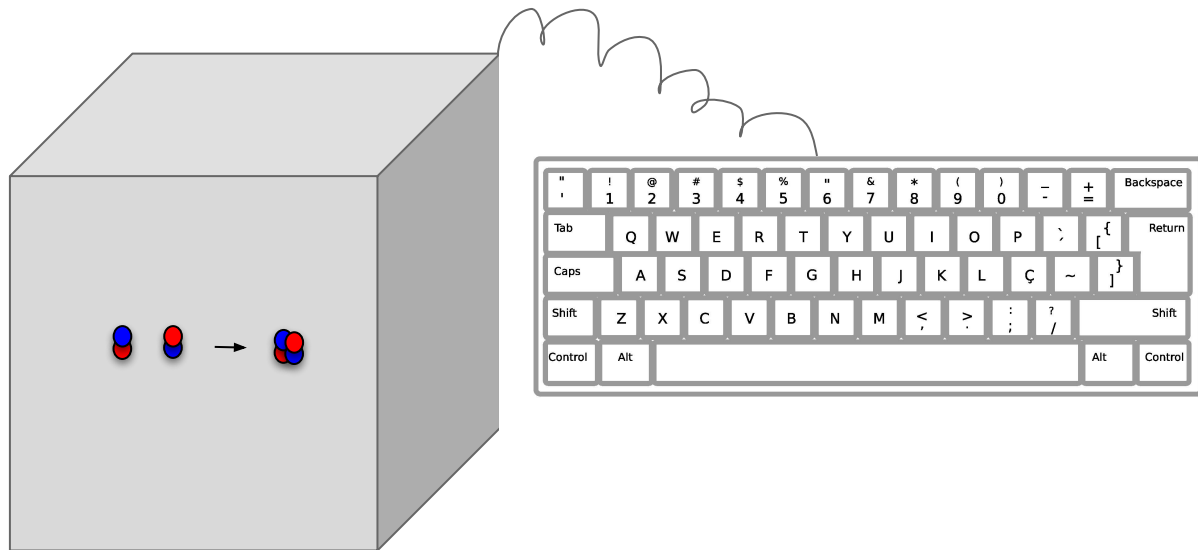
Spomaľuje dobre napríklad **voda**.

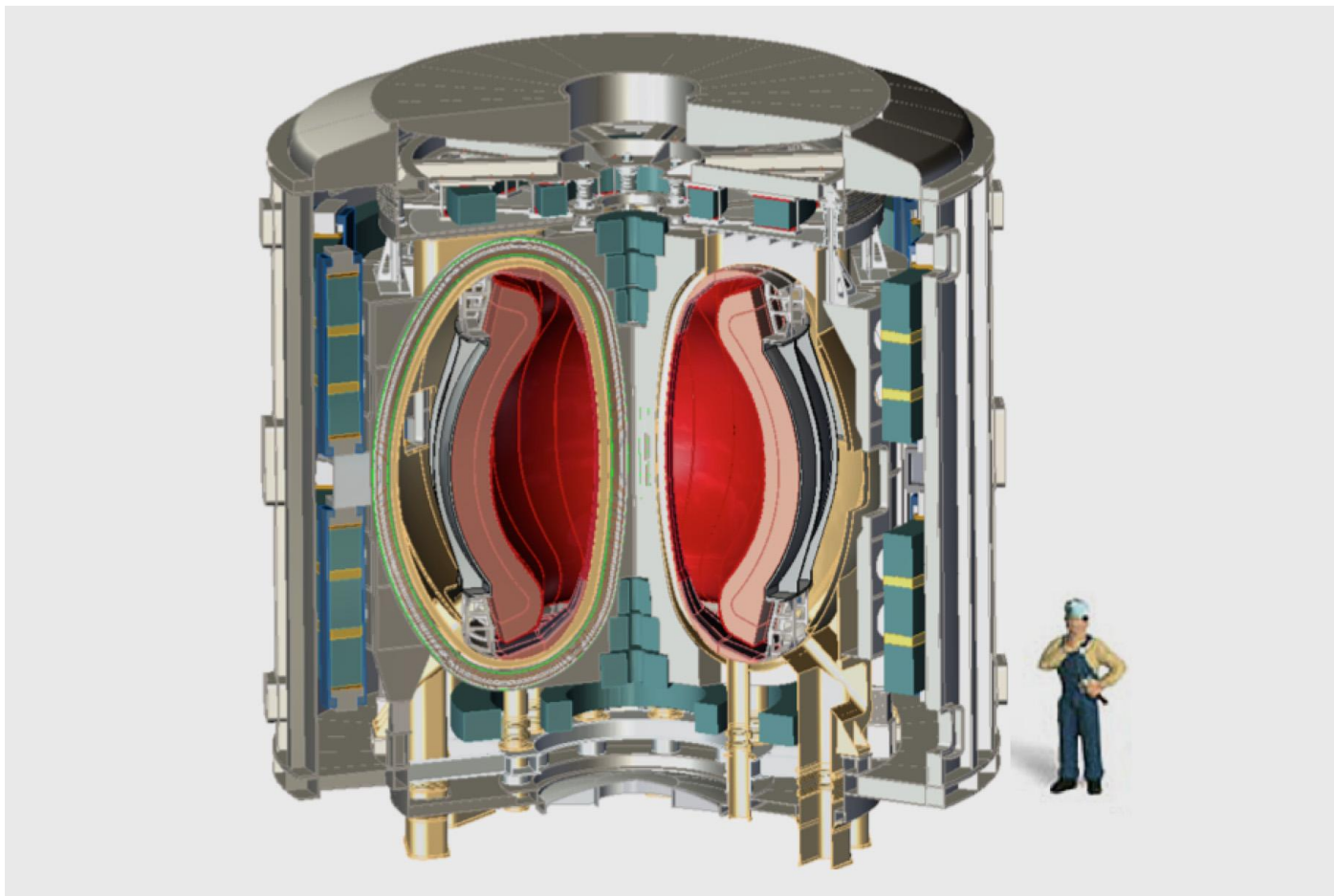
Musíme kontrolovať, koľko neutrónov vstupuje do ďalších reakcií.

Jadrové reaktory



Fúzne reaktory





Tóriové reaktory

Štandardne je palivom (obohatený) urán 235 alebo plutónium 239.

V tóriových reaktoroch je palivom urán 233, získaný z tória.

Tóriové reaktory - výhody

dostupnosť tória,
komplikované vojenské využitie,
menej nebezpečný odpad.

Tóriové reaktory - nevýhody

nie je jasné, ako veľmi je výroba samotného paliva z tória efektívna, testovanie, analýza a licencovanie je momentálne nerentabilné.

**Ďakujem za
pozornosť!**