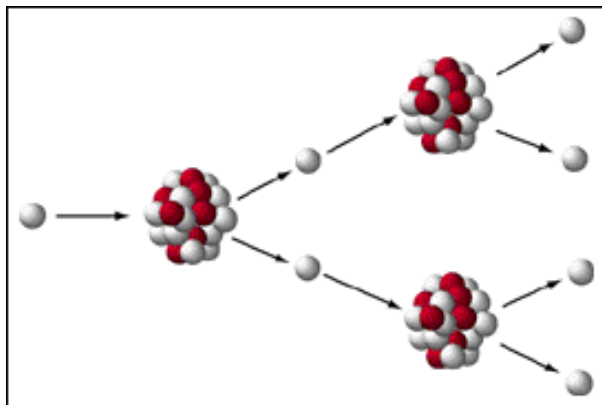


5.3. ŘETĚZOVÁ REAKCE, JADERNÝ REAKTOR



Při štěpení se mohou uvolňovat další štěpící částice - neutrony. Ty pak mohou po zpomalení narážet do dalších prvků a štěpit je ... vzniká **řetězová reakce**. K zahájení reakce je potřeba tzv. kritické množství štěpného materiálu. Pro uran 235 to je asi 44,5 kg. Reakcemi se uvolňuje kolem 200 MeV energie.

1939 – němečtí vědci objevili řetězovou reakci

Uran 238 není štěpná látka, obsahuje ovšem uran 235 (0,7%), který je pro štěpení ideální. Stejně jako plutonium 239 nebo uran 233, který vzniká v jaderných reaktorech z thoria 232 (to se vyskytuje běžně v přírodě a při jeho štěpení nevzniká nebezpečné plutonium).

Řetězovou reakci je možno uskutečnit jen s uranem 235 a 233 a s plutoniem 239 a 241. V přírodní směsi uranu 235 a uranu 238 obvykle bývá kolem 0,72 % uranu 235. Je to málo, proto se uran obohacuje na vyšší koncentraci uranu 235. Další štěpné materiály se vyrábějí ozařováním neutrony v jaderných reaktorech.



Při štěpení vniká do jádra uranu 235 neutron, rozštěpí ho na dvě jádra přibližně poloviční velikosti, kromě toho se uvolní 2 až 3 další neutrony, ty mohou štěpit další jádra uranu. Celý proces má podobu laviny – štěpení probíhá čím dál rychleji.

Je-li množství štěpné látky dostatečné (větší než kritické), má řetězová reakce charakter jaderného výbuchu.

Při kritickém množství je průběh řetězové reakce kontrolovatelný a lze zpomalit. Přitom ale vzniká nebezpečný radioaktivní odpad.

Štěpení jader atomů uranu se stalo základem činnosti **jaderných reaktorů**.

První jaderný reaktor - 1942 američtí vědci pod vedením italského fyzika E. Fermiho.

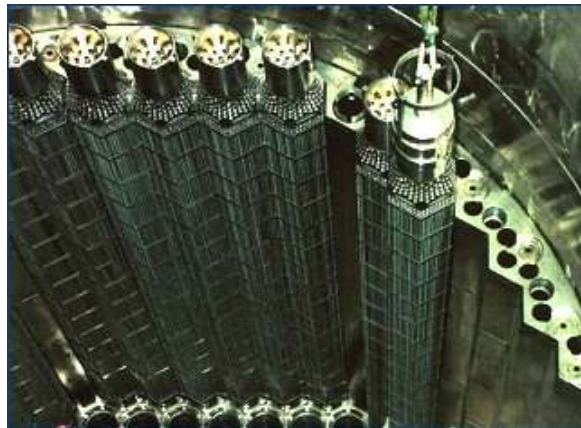
Jaderný reaktor pracuje při teplotě několika set °C a obsahuje:

PRIMÁRNÍ OKRUH

aktivní zóna ... místo, kde dochází k samotné řetězové reakci, je umístěná v tlakové nádobě a obsahuje:

- **palivové články** – uranové tyče nebo tablety zabudované do kovových pouzder
- **moderátor** (voda nebo grafit) – zpomalují velmi rychlé neutrony, aby měli čas proniknout do jádra a rozštěpit ho
- **regulační tyče** (z kadmia nebo oceli s příměsí boru) – ovládají rychlost řetězové reakce pohlcováním nadbytečných neutronů. Zasouváním a vysouváním těchto tyčí z aktivní zóny se mění výkon reaktoru.
- **havarijní tyče** – v případě velkého nárůstu počtu neutronů nebo jiného ohrožení se automaticky zasunou do aktivní zóny a zastaví řetězovou reakci uvolněná energie ohřívá vodu, ta koluje uzavřeným





primárním okruhem a odevzdává část své energie v parogenerátoru a vrací se zpátky do aktivní zóny mírně ochlazená.

SEKUNDÁRNÍ (PARNÍ) OKRUH

v parogenerátoru vznikla pára, která je vedena na turbíny, ty roztáčí a vyrábí tak elektřinu, pára opouštějící turbínu se zkapalňuje a ochlazuje uvnitř vysokých chladících věžích, vznikající teplá voda se pak dá ještě použít na např. vytápění domů, ...

Pozn. 1kg uranu uvolní tolik energie co 25 tun uhlí

Při jaderných reakcích se uvolňuje asi jen 1% energie obsažené v látce. Fyzika teoreticky ví jak získat všechno – reakcí částice s antičásticí (opačný dvojník), obě totiž zaniknou a všechna jejich energie se uvolní (+gama záření)

