



- DUM – označení: VY_32_INOVACE_.....
- Jméno autora výukového materiálu: Ing. Jitka Machková
- Škola: Základní škola a mateřská škola Josefa Kubálka Všenory Karla Majera 370, 252 31 Všenory
- Datum (období) vytvoření: leden 2014
- Ročník, pro který je výukový materiál určen: 9. ročník
- Tematická oblast: Jaderná energie, její využití pro výrobu elektrické energie, termonukleární reakce a možnost jejich využití pro mírové účely.
- Metodický list/anotace: Prezentace je určena pro výuku i k procvičování a opakování probrané látky.
- Zdroje:
- Karel Rauner, Josef Petřík, Jitka Prokšová, Miroslav Randa: Fyzika 9 pro základní školy a víceletá gymnázia Nakladatelství Fraus, Plzeň 2007, ISBN 978-80-7238-617-8
- Vlastní poznámky.
- Karel Rauner, Josef Petřík, Jitka Prokšová, Miroslav Randa: Fyzika 9 pro základní školy a víceletá gymnázia Nakladatelství Fraus, Plzeň 2007, ISBN 978-80-7238-617-8
- Vlastní poznámky.
- Odkazy:
 - https://www.google.com/search?source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=r3jnUsOJH6zQ7Aq63oGQBQ&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1366&bih=665&q=jadem%C3%A9%20reakce%20pr%C5%A1#q=jadem%C3%A9+reakce+&tbm=isch&imgdl=
 - <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/nukleami/k31.htm>
 - <https://www.google.com/search?q=jadem%C3%A1+energie&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=qR7pUqLNBcJlQaVqoCwCQ&ved=0CC8QsAQ&biw=1366&bih=665>
 - <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/nukleami/k33.htm>
 - <http://www.suroo.cz/>
 - <https://www.google.com/search?q=termonukle%C3%A1rn%C3%AD+reakce&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=wCXpUqyLLablsgaJ04GwCQ&ved=0CDQsAQ&biw=1366&bih=665#imgdl=>

Jaderná energie

Jaderné reakce

Jaderný reaktor

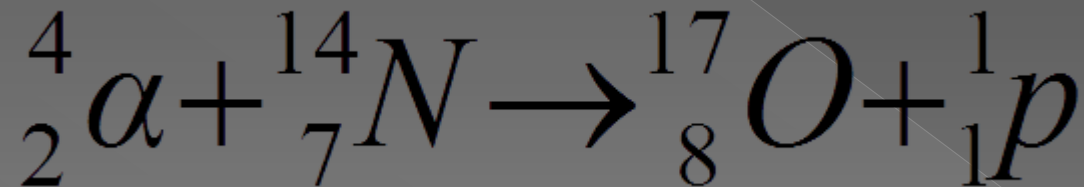
Jaderná elektrárna

Termonukleární reakce



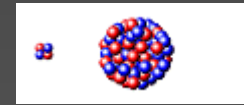
Jaderné reakce

- Přeměna jader vyvolaná vzájemným působením (srážkami) s jinými jádry nebo částicemi.
- Vznikají jádra úplně jiných prvků.
- 1919 - Rutherford experimentálně ozařoval dusík částicemi alfa a získal protony s velkým doletem.



- *Poznámka: Chemická reakce –tzn. že reakcí látek vznikají jiné, ale nedochází ke změně jader atomů, přeměna probíhá mezi valenčními elektrony v elektronovém obalu.*

Transmutace

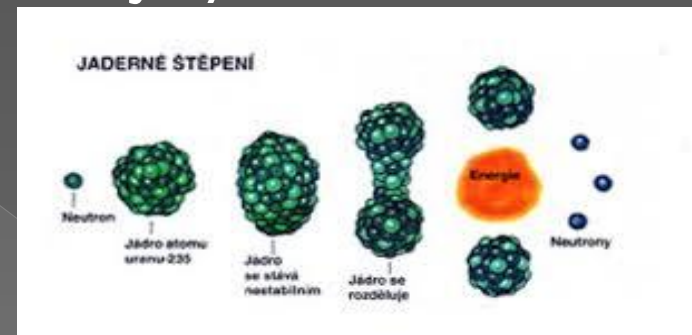


- Z původního jádra vzniká jádro s málo odlišným protonovým číslem.
- Příkladem je reakce Ruherfordova pokusu ${}^4_2\alpha + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{p}$.
- ${}^4_2\alpha + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$ (Chadwick – objev neutronu).
- Reakci mohou vyvolat všechny známé částice: alfa, beta, gama, protony, neutrony.



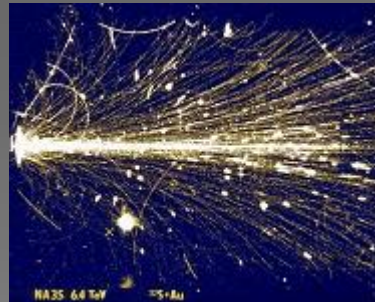
Štěpení jader

- Z původního jádra vznikají dvě jádra (fragmenty) s přibližně stejnými protonovými čísly.
- Základem jaderné energetiky - jaderná reakce, při které se štěpí jádra uranu pomalými neutrony.



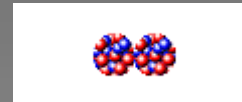
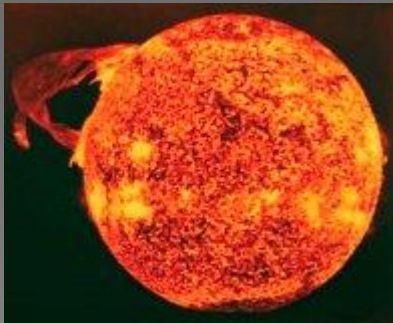
Tříštění

- Z původního jádra se vyrazí velké množství protonů a neutronů – sníží se protonové a neutronové číslo původního prvku.



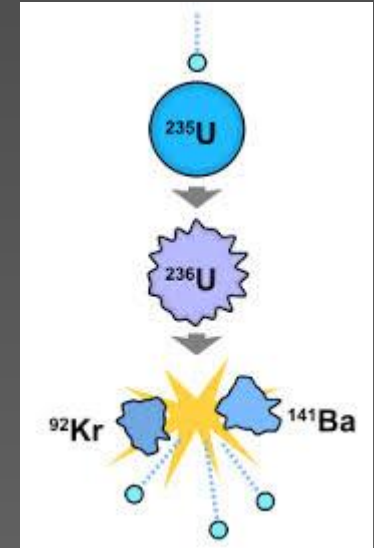
Syntéza jader

- Dvě jádra vytvářejí jediné jádro s větším protonovým číslem.
- Přeměny vyžadují vysokou energii jader vstupujících do reakce.



Zákony jaderných reakcí

- Zákon zachování hmotnosti - součet nukleonových čísel všech částic vstupujících do reakce se rovná součtu nukleonových čísel všech částic vzniklých při reakci (nukleonová čísla udávají hmotnost částic).
- Zákon zachování elektrického náboje - součet protonových čísel všech částic vstupujících do reakce se rovná součtu protonových čísel všech částic vzniklých při reakci (protonová čísla udávají velikost kladného náboje částic)
- Spojený zákon zachování hmotnosti a energie.



Energie jaderných reakcí

- Reakce exoenergetická – energie se uvolňuje.
- Reakce endoenergetická - energie se váže.

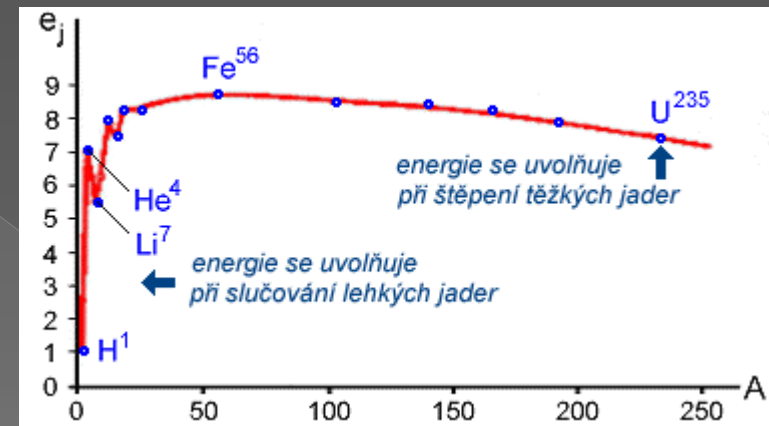
- $E = mc^2$

- Rozhoduje energie, kterou jsou vázány nukleony v jádře.

- Elektronvolt – jednotka energie v jaderné fyzice –

pohybová energie, kterou získá částice s elementárním nábojem při průletu mezi dvěma elektrodami s napětím 1V.

- Platí převodní vztah $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

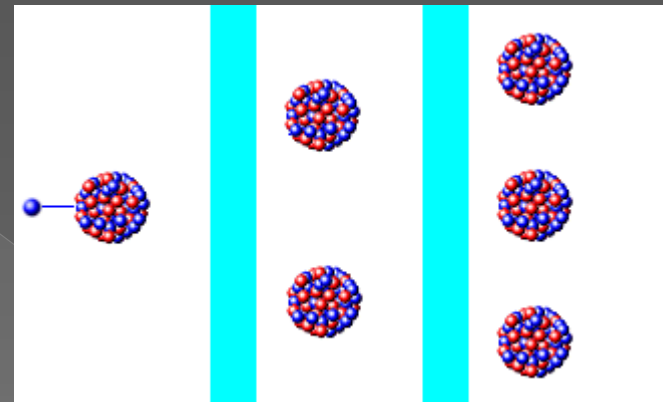


Řetězová reakce

- **E. Fermi** 1934 - možnost štěpit jádra některých těžkých prvků pomalými neutrony.
- Nejvhodnější -izotop uranu ${}_{92}\text{U}^{235}$ (poločas rozpadu 710 milionů let).
$${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{89}_{36}\text{Kr} + {}^{144}_{56}\text{Ba} + 3{}^1_0\text{n}$$
- Rozštěpením každého jádra se uvolní energie kolem 200 MeV.
- Kromě dvou fragmentů se uvolní i několik rychlých neutronů, které mohou po zpomalení vyvolat štěpení dalších jader uranu a může nastat řetězová reakce.
- **Kritické množství** štěpného materiálu – množství potřebné k zahájení reakce.

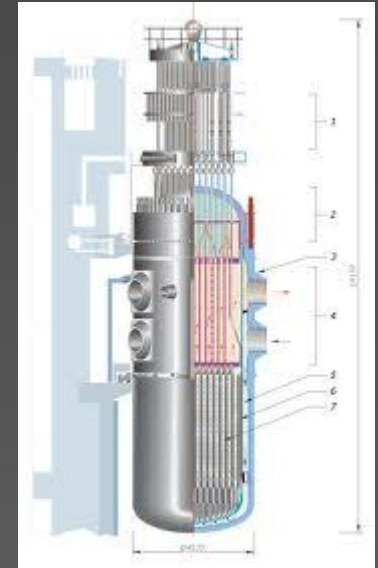
<http://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/k31.htm>

1. První štěpení, vzniknou dva rychlé neutrony
2. Rychlé neutrony se zpomalí srážkami v moderátoru
3. Štěpení uranu, další generace rychlých neutronů
4. Zpomalení neutronů, jeden je moderátorem pohlcen
5. Další štěpení a pokračování řetězové reakce



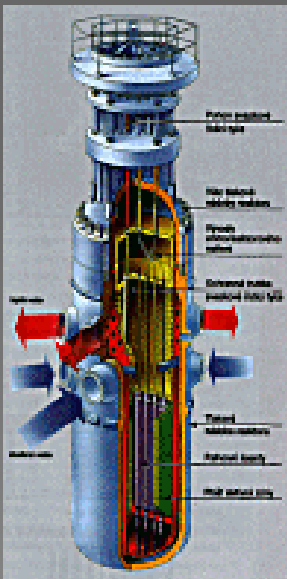
Jaderný reaktor

- Probíhá řízená řetězová reakce.
- Energie uvolněná štěpením energie tepelná. →
- Pravděpodobnost štěpení uranu větší – neutrony malá kinetická energie (2 MeV → 0,025 - 0,5 eV).
- Různé konstrukce, princip činnosti i oblast využití.
- Naše elektrárny - lehkovodním tlakovým reaktorem **PWR** (**P**ressurized light-**W**ater cooled and moderated **R**eactor).



Lehkovodní reaktor

- Zpomalování neutronů - srážky s jádry **moderátoru** (lehká voda – působí též jako chladivo), který obklopuje **palivo**.
- Zpomalené neutrony - štěpí jádra uranu,
 - jsou pohlcovány stíněním



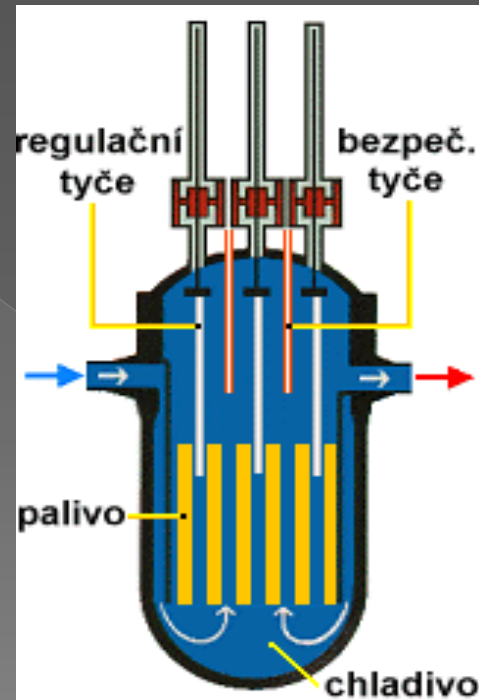
reaktoru nebo materiálem (absorbátorem) **regulačních tyčí** – reguluje se množství volných neutronů v reaktoru a tím i průběh štěpení a výkon reaktoru.

Bezpečnostní tyče – okamžité zastavení.

Vzniklé teplo – chladivo – v parogenerátoru výroba páry.

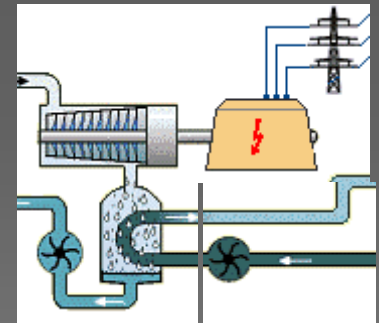
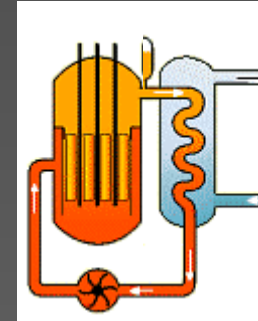
<http://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/k35.htm>

1. Reaktor mimo provoz
2. Poloviční výkon reaktoru
3. Plný výkon reaktoru
4. Bezpečnostní zastavení reaktoru



Jaderná elektrárna

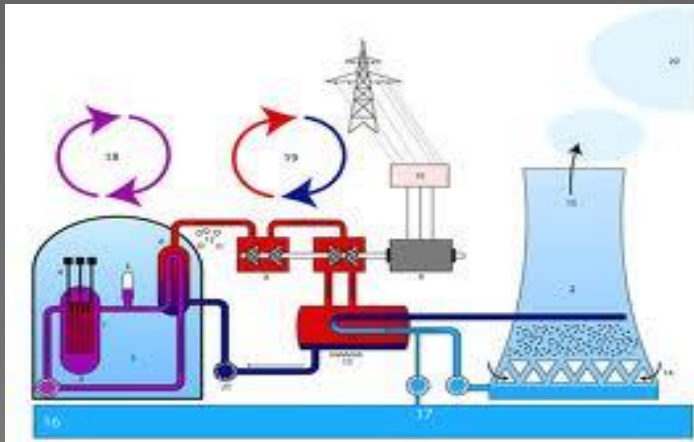
- Primární okruh – kontejnment – **jaderný reaktor**, **oběhová čerpadla** pro zajištění proudění chladiva (vody) mezi reaktorem a **parogenerátory**.
- Sekundární okruh – vícestupňová turbína generátor.
Z turbíny - pára do **kondenzátoru** – zpět do parogenerátoru.
- Chladicí okruh - **chladicí věže**.



<http://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/k33.htm>

Jaderná elektrárna

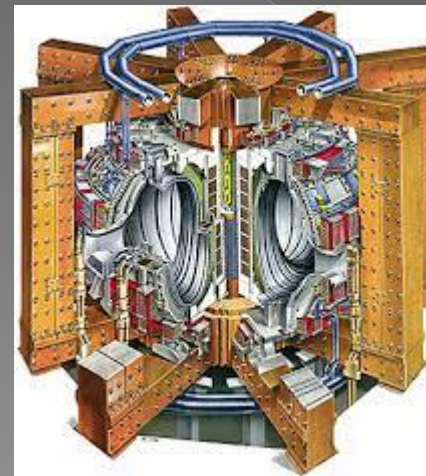
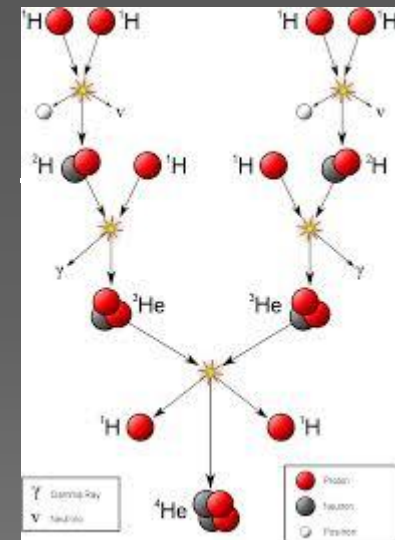
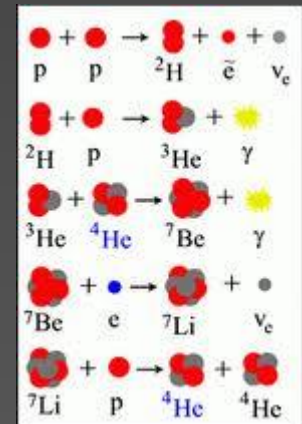
- Vyhořelé palivo – zbytky štěpení – dlouhý poločas rozpadu – mezisklad – dlouhodobá úložiště.



- <http://www.surao.cz/>

Termonukleární reakce

- Jaderná syntéza – spojení lehkých jader za vzniku těžšího jádra – 700 GJ.
- Jádra izotopů vodíku a lithia.
- Vzdálenost jader – působení jaderných sil velká rychlost – vysoká teplota.
- Ve hvězdách proton-protonový cyklus.
- Využití – **tokamak** – ohřev a stlačování plazmy.



Použité materiály

- Karel Rauner, Josef Petřík, Jitka Prokšová, Miroslav Randa: Fyzika 9 pro základní školy a víceletá gymnázia Nakladatelství Fraus, Plzeň 2007, ISBN 978-80-7238-617-8
- Vlastní poznámky.
- Odkazy:
- <https://www.google.com/search?source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=r3jnUsOJH6zQ7Aa63oGQBQ&ved=0CAcQAUoAQ&biw=1366&bih=665&q=jadern%C3%A9%20reakce%20pro%20z%C5%A1#q=jadern%C3%A9+reakce+&tbm=isch&imgdii=>
- <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/k31.htm>
- <https://www.google.com/search?q=jadern%C3%A1+energie&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=gR7pUqLNbcjJtQaVqoCwCQ&ved=0CC8QsAQ&biw=1366&bih=665>
- <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/k33.htm>
- <http://www.surao.cz/>
- <https://www.google.com/search?q=termonukle%C3%A1rn%C3%AD+reakce&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=wCXpUpyLLobUsgaj04GwCQ&ved=0CDQQsAQ&biw=1366&bih=665#imgdii=>