

## Princip termojaderných reakcí

Potřebnou [aktivační energii](#) získají jádra po zahřátí na vysokou [teplotu](#) - řádově až  $10^8$  K, což je teplota asi desetkrát větší než ve středu [Slunce](#). Při této teplotě se látka nachází ve stavu plazmatu (úplně ionizovaného plynu) a vyvíjí nesmírně velký [tlak](#). [Reakce jaderné fúze](#) probíhající při takových teplotách se nazývají **termojaderné** (termonukleární) **reakce**. Ve [hvězdách](#) je toto horké plazma udržováno pohromadě [gravitačními silami](#).

Vznik termojaderné reakce je možný pouze při současném splnění následujících podmínek:

1. Jádra je nutno ohřát na velmi vysokou teplotu  $T$  (řádově  $10^8$  K).
2. Plynné jaderné [palivo](#) musí vytvořit plazmu.
3. Plazma musí mít velkou hustotu, tj. počet [částic](#)  $n$  v [jednotce](#) objemu musí být co největší (řádově  $10^{22}$  m<sup>-3</sup>). S počtem částic totiž souvisí i počet dílčích reakcí, které v daném palivu proběhnou a které mohou uvolnit [energii](#).
4. Teplotu a hustotu plazmatu na stanovené výši je nutné udržet po co největší dobu  $t$  (řádově alespoň desetiny [sekundy](#)), aby proběhly [jaderné reakce](#) a došlo ke slučování jader.

Pro energetické využití termojaderné fúze musí být dosaženo přinejmenším [rovnováhy](#) mezi energií uvolňovanou reakcí a energií sloužící k dosažení stavu, který je popsán předchozími podmínkami. Tuto rovnováhu popisuje tzv. **Lawsonovo kritérium**, podle něhož má být součin  $T \cdot n \cdot t$  maximální.

Vzhledem k velkým teplotám a tlakům, které jsou nutné pro vznik termojaderné fúze, vystává další problém: jakou použít „nádobu“, která by odolala těmto velkým tlakům a v níž by mohla reakce probíhat. Žádná pevná látka takové tlaky a teploty nevydrží, takže se začala používat zařízení, v nichž je horké plazma udržováno prostřednictvím silných [magnetických polí](#). Nejznámější je sovětský **TOKAMAK** (*toroidalňaja kamera s magnitnymi katuškami*).

Energie částic uvolněných při jaderné reakci je ve formě [kinetické energie](#). Ta se mění na energii tepelnou, což vede k dalšímu ohřívání plazmatu, ale není to energie využitelná mimo prostředí, v němž reakce probíhá. Využitelnou energii může z jaderné reakce odnést jedině [neutron](#), který prochází např. vodou. V ní se velmi rychle zabrzdí, čímž předá svoji kinetickou energii vodě a voda se tak ohřívá. Ohřátá voda pak putuje do turbíny. Tímto způsobem mohou neutrony odnést 80 % energie uvolněné při jaderné reakci.

Popsaný princip je shodný s principem činnosti [jaderné elektrárny](#).

Má-li se řízená termonukleární reakce stát zdrojem energie na [Zemi](#), je třeba najít způsob, jak horké plazma udržet, aniž by se dostalo do styku se stěnami jakékoliv nádoby. Každá látka se totiž při těchto teplotách okamžitě odpaří. Uvažuje se též o různých cestách, jak přiblížit jádra na malé vzdálenosti bez zahřátí na termojaderné teploty. Obtížný úkol, jak využít termojaderné reakce k získávání energie je dosud ve stadiu velmi nákladných [experimentů](#).