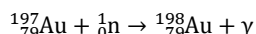


# Group Puzzle | Jaderné reakce

## Skupina IV : Zachycení neutronu

### Profil: Zachycení neutronu

Jaderné reakce jsou fyzikální procesy, při kterých spolu reagují nebo se slučují **dva nuklidy** (atomová jádra). Jednou z jaderných reakcí obzvláště důležitých v jaderné astrofyzice je zachycení neutronu. V tomto případě je jedním z reaktantů **neutron**. Příkladem zachycení neutronu je následující reakce přírodního zlata (Au-197).

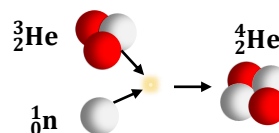


Nuklid zlata Au-197 absorbuje neutron a vzniká nový isotop Au-198. Ten je ve vysoce excitovaném stavu a vyžáří přebytečnou energii ve formě **fotonu gama** ( $\gamma$ ). Aby jaderná reakce vůbec proběhla, je většinou potřeba dodat energii. Na rozdíl od jiných jaderných reakcí je však zachycení neutronu možné i při velmi nízké kinetické energii neutronu. Pro jadernou reakci, jako je zachycení neutronu, je také možné spočítat uvolněnou energii  $\Delta E$ :

$$\begin{aligned} \text{Klidová energie mateřského jádra} + \text{Energie neutronu} \\ = \text{klidová energie dceřiného jádra} + \text{uvolněná energie} \end{aligned}$$

Nebo v podobě rovnice:

$$E_0(X) + E(n) = E_0(Y) + \Delta E$$



Helium He-3 je stabilní, ale může dále reagovat s volným neutronem a vytvořit helium He-4, které má vyšší vazebnou energii.

#### ! In a Nutshell

- ✓ Obecný popis reakce  ${}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{A+1}_Z\text{Y} + \gamma$
- ✓ K reakci dochází: **za přítomnosti volných neutronů**
- ✓ Uvolněné záření: **fotony**

### Úloha pro pokročilé | Jaderný odpad

Značná část radioaktivního odpadu z jaderných reaktorů vzniká záchytem neutronů. Při tomto procesu původní jaderné palivo (většinou Uran) reaguje s volnými neutrony a vznikají radioaktivní izotopy s ještě vyššími nukleonovými čísly. Příkladem je zachycení neutronu atomem **uranu U-238** (izotopem, který se v malém množství vyskytuje také přirozeně).

- a) Zapište reakční rovnici, využijte zachování nukleonového a protonového čísla. Podle tabulky nuklidů určete, jaké jádro vznikne (pomoci vám může vztah uvedený ve Shrnutí).

- b) Spočítejte uvolněnou energii, použijte uvedené hodnoty:

$$E_0(\text{U-238}) = 221,70 \text{ GeV}$$

$$E_0(\text{U-239}) = 222,63 \text{ GeV}$$

$$E(n) = 1,16 \text{ GeV}$$

### Skupinová úloha

#### Co máte vysvětlit:

- Vyberte si jakýkoliv stabilní nuklid a zapište reakční rovnici pro zachycení neutronu. S pomocí této rovnice krátce shrňte proces zachycení neutronu a jeho vlastnosti.
- Vysvětlete, jak vypočítat uvolněnou energii při fúzní reakci.

#### Co musíte zjistit:

- Proč může zachycení neutronu nastat i při poměrně nízké kinetické energii? Zeptejte se skupiny III a zjistěte, jaký je ‚problém‘ u jaderné fúze a co je Coulombova bariéra.