

Kdy hrozí, že koule bude kritická

T. Hnyk*, J. Staněk*, M. Millerová**, T. Jakoubek***,
D. Jalůvka****

*SGAGY, Kladno-Sítná

**Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9

***Gymnázium a SPgŠ Jeronýmova Liberec

****Gymnázium Petra Bezruče, Frýdek-Místek

Abstrakt:

Co je kritická koule a co ji charakterizuje? K čemu slouží program MCNP-4C a jak se používá? To vše jsme se během našeho miniprojektu dozvěděli.

1 Úvod

Náš miniprojekt souvisel s jadernou reakcí, která probíhá v jaderných reaktorech, tedy se štěpením jader. V úvodu jsme charakterizovali několik základních pojmů jako např.: jaderné palivo (jeho příklady a ideální vlastnosti), účinný průřez jako jeden z hlavních parametrů paliva, interakce probíhající v reaktorech (štěpení, rozptyl, absorpce, radiační záchyt), kritický stav reaktoru a koeficient násobení (multiplikační faktor).

2 Tělo příspěvku

- Pracovali jsme s programem MCNP-4C (Monte Carlo N-Particle Transport Code Systém), který slouží k výpočtu neutronově-fyzikální charakteristiky geometricky složitých soustav a posloužil nám k vyřešení zadaného příkladu (viz níže). Metoda Monte Carlo neřeší prakticky žádnou rovnici, ale simuluje přímo konkrétní problém, sleduje každou jednotlivou částici a její možné interakce, přičemž výsledek je udáván v určitém intervalu spolehlivosti s jistou odchylkou, v souladu s teorií matematické statistiky, čímž se liší od deterministických metod.

- Koeficient násobení k :

$$k = \frac{n_i}{n_{i-1}}$$

- n_i - počet neutronů generace
- n_{i-1} - počet neutronů generace předešlé
- $k > 1$ - systém je nadkritický, reakce má rostoucí průběh
- $k = 1$ - systém je kritický, reakce má konstantní průběh

$k < 1$ - systém je podkritický, reakce má klesající průběh

- Příklad:

Zadání

- palivová koule Pu239 ($r=6,38493$ cm, $\zeta=15,8$ g/cm³) umístěná ve vakuu, jejíž střed se nachází v počátku souřadného systému
- zdroj 3000 neutronů umístěný ve středu souřadného systému

- Zjistěte hodnotu k pro daný systém: $k=?$
- Navrhněte poloměr koule paliva pro $k=1$: $r=?$

Řešení

Pro vyřešení zadaného příkladu jsme vytvořili vstupní protokol programu MCNP-4C a programem vypočtený výsledek je:

- $k=1,02304$
- $r=6,21$

3 Shrnutí

Naučili jsme se vytvářet vstupní protokoly pro program MCNP-4C, analyzovat získané výsledky a seznámili jsme se s významem tohoto programu.

Poděkování

Děkujeme Nadačnímu fondu teoretické fyziky a FJFI ČVUT Praha a obzvláště Ing. V. Svobodovi CSc. a Ing. J. Ratajovi.

Reference:

- [1] ZEMAN, J.: *Reaktorová fyzika I.*, skripta FJFI ČVUT Praha, 1998
- [2] KYNCL, J.: *Výpočetní možnosti programu MCNP*, 1995
- [3] KATOVSKÝ, K.: *Jaderná data a knihovny účinných průřezů pro neutronově-fyzikální výpočty blanketu transmutačních systémů ADTT*, KJR FJFI ČVUT, 1999