10. Téma

Transport neutrónov tuhou látkou, rozohranie miesta interakcie, zjednodušenia reálnej situácie. Opis procesu rozohrania spojitej náhodnej veličiny.

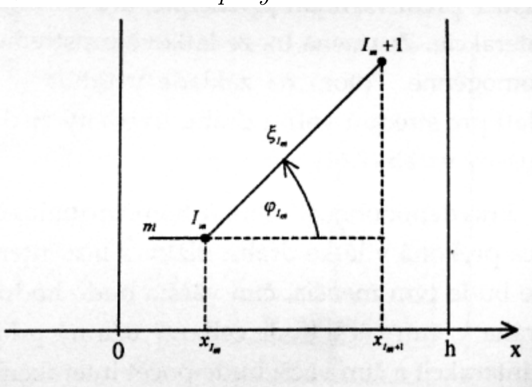
(Tento text nadväzuje na 9. tému).
Miesto interakcie neutrónu s časticou látky terčíka je dané troma náhodnými veličinami - trojicou karteziánskych alebo trojicou sférických súradníc bodu v priestore. V súvislosti s rozohraním smeru pohybu neutrónu po interakcii robíme ďalšie zjednodušené predpoklady:

1. nech sa všetky neutróny bombardujúceho zväzku pohybujú v smere osi x a dopadajú kolmo na dosku terčíka
2. nech deje zodpovedajúce jednej trajektórii prebiehajú v rovine, čím sa úloha stáva symetrickou voči osi x,
3. nech je pružný rozptyl izotropný.

Miesto interakcie je potom určené dvomi polárnymi súradnicami:

- smerom pohybu neutrónu medzi dvoma zrážkami,
- voľnou dráhou neutrónu medzi dvoma po sebe nasledujúcimi zrážkami.

Rozohranie smeru pohybu neutrónu medzi dvoma zrážkami



Obr. 7.10: ***Rozohranie miesta interakcie***

Smer pohybu je jednoznačne určený jediným uhlom φ, ktorý zviera spojnica dvoch plôch po sebe nasledujúcich interakcií s osou x. Pre rozohranie spojitej náhodnej veličiny φ rovnomerne rozdelenej na intervale $(0, 2\pi)$, resp. smerového kosínu $\psi = cos\varphi$ pomocou spojitej náhodnej veličiny γ rovnomerne rozdelenej na intervale $(0, 1)$ platí jednoduchý vzťah:

$$\varphi = 2\pi\gamma$$
$$\psi = \cos\varphi = \cos(2\pi\gamma).$$

Rozohranie voľnej dráhy
Označme symbolom ξ vzdialenosť, ktorú častica urazí medzi dvoma po sebe idúcimi interakciami. ξ je voľná dráha a je to spojitá náhodná veličina, ktorá môže nadobúdať ľubovoľné reálne hodnoty. Naproti tomu stredná voľná dráha λ je nenáhodné číslo, ktoré udáva priemernú vzdialenosť, ktorú častica urazí medzi interakciami. Táto veličina je charakterizuje prostredie, v ktorom transport prebieha. Platí vzťah:

$$\xi : x \in (0, \infty), E\{\xi\} = \lambda = \frac{1}{vS},$$

pričom predpokladáme, že látkové prostredie je homogénne (a teda λ aj S sú konštantné).
Pravedpodobnosť toho, že bombardujúca častica prekoná v látke dráhu dĺžky x bez interakcie je tým menšia, čím väčšia bude hodnota dráhy x, čím väčší bude celkový účinný prierez S a čím väčší bude počet interakťných centier v v jednotke objemu. Teda tento pokles je exponenciálny ($p(x) \sim \exp(-vSx)$). Hustota pravdepodobnosti veličiny ξ bude:

$$p(x) = vS \cdot \exp(-vSx) = \frac{1}{\lambda} \cdot \exp\left(-\frac{x}{\lambda}\right), x \in (0, \infty).$$

Ma rozohranie náhodnej veličiny ξ pomocou náhodnej veličiny γ rovnomerne rozloženej na intervale $(0,1)$ použijeme metódu inverznej funkcie a dostávame transformačný vzťah:

$$\xi = -\lambda \ln \gamma.$$

Vo všeobecnosti však neplatí, že S = konšt a nehomogenita prostredia vedie ku komplikovanej závislosti $S(x)$.

Opis procesu rozohrania spojitej náhodnej veličiny
(Bude to podobné ako v téme 9)
Na získanie hodnôt spojitej náhodnej veličiny ξ, ktorá nadobúda hodnoty $x \in \langle a, b\rangle$ s hustotou pravdepodobnosti $p(x)$, pomocou náhodnej veličiny γ rovnomerne rozdelenej na intervale $(0,1)$, sa obvykle používa metóda inverznej funkcie. Táto metóda je analogická k (už spomínanému) spôsobu rozohrávania diskrétnej náhodnej veličiny:

$$\int_a^\xi p(x)dx = \gamma \Rightarrow \xi = f(\gamma).$$

Správnosť takejto transformácie je nutné testovať kontrolou rozdelenia transformovanej náhodnej veličiny. Ak ale integrál nie je riešiteľný, metóda sa nepoužije, kvôli časovej zložitosti.