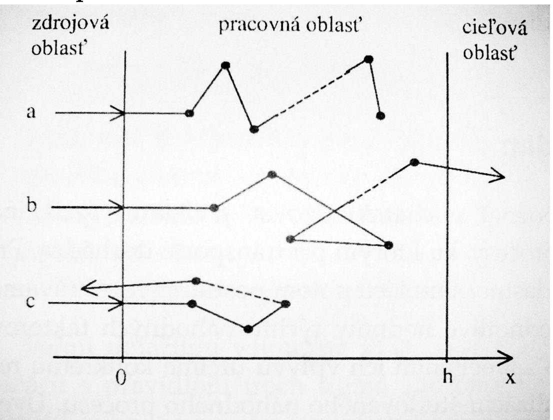
9. Téma

Transport neutrónov tuhou látkou, formulácia problému, rozohranie typu interakcie. Opis procesu rozohrania diskrétnej náhodnej veličiny.

Transport neutrónov tuhou látkou



Obr. 7.8: *Výsledky interakcie neutrónu s terčíkom tuhej látky: a) pohltenie, b) prienik, c) odraz*

Potrebujeme zistiť, ako sa zachová častica pri prechode tuhou látkou, teda koľko z vyžarených častíc sa odrazí, ostane alebo prenikne látkou. V tomto prípade budeme za zdrojovú oblasť považovať generátor častíc, ktorého vlastnosti vyplynú zo študovaného fyzikálneho javu. Pre náš príklad nech je to zdroj postupne vystreľovaných monoenergetických neutrónov dopadajúcich rovnakou rýchlosťou kolmo na hranicu pracovnej oblasti. Okrem toho, zdrojová oblasť rovnako ako aj pracovná oblasť bude obsahovať detektor neutrónov.

Simulácia priechodu hmotným prostredím vypadá (áno, toto slovo sa dostalo aj do skrípt :D) tak, že zo zdroja vstúpi do pracovnej oblasti jedna častica a jej trajektóriu detailne študujeme. Štúdium trajektórie je ukončený, keď:

1. častica vstúpi do cieľovej oblasti,
2. častica sa v pracovnej oblasti zachytí,
3. častica sa vráti do zdrojovej oblasti.

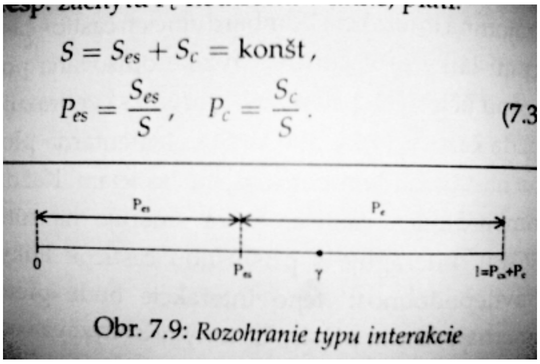
Následne získané údaje o počte častíc sa spracujú a vyhodnotia. Najčastejšie sa zisťuje pomer častíc, ktoré prenikli ku všetkým vyžiareným.

Ako bombardujúce častice teda uvažujeme neutróny. Terčík, ktorý bude týmito neutrónmi bombardovaný, môže byť z ľubovoľného materiálu, s ľubovoľnou geometrickou štruktúrou. Obvykle ale uvažujeme nekonečnú homogénnu dosku hrúbky h (obrázok). Zdrojová oblasť je napr. aktívna zóna reaktora, pracovná oblasť je ochranná stena, ktorej hrúbku a zloženie je treba navrhnúť a cieľová oblasť je okolie reaktora.

Ďalej môžeme problém rozlíšiť na jednočasticový a mnohočasticový, vzhľadom na to, či potrebujeme modulovať aj vzájomné interakcie medzi vyžarovanými časticami alebo nie. Charakteristika prostredia, v ktorom transport prebieha a prispôsobenie všeobecnej transportnej schémy konkrétnej študovanej problematike, získame z teórie daného javu. Sú to informácie o rôznych typoch rozptylových procesoch, ktoré môžu pri transporte nastať, o ich intenzite a vplyve na predchádzajúce častice. Tieto informácie zhrnieme do dvoch náhodných veličín charakterizujúcich kvantitatívne celkový preimerný vplyv prostredia na častice:

1. typ interakcie a
2. miesto interakcie.

Rozohranie typu interakcie



Obr. 7.9: *Rozohranie typu interakcie*

Pri rozohraní typu interakcie nagenerujeme hodnotu náhodnej veličiny γ rovnomerne rozloženej na intervale $(0, 1)$. Pretože podľa obrázku (a vzťahu Monte Carlo) platí:

$$P\{0 < \gamma \leq P_{es}\} = P_{es},$$
$$P\{P_{es} < \gamma < 1\} = P_c,$$

má interakcia charakter záchytu, ak $\gamma > P_{es}$ ináč ide o pružný rozptyl.
(Ešte by bolo dobré spomenúť) Základné typy rozptylových procesov:

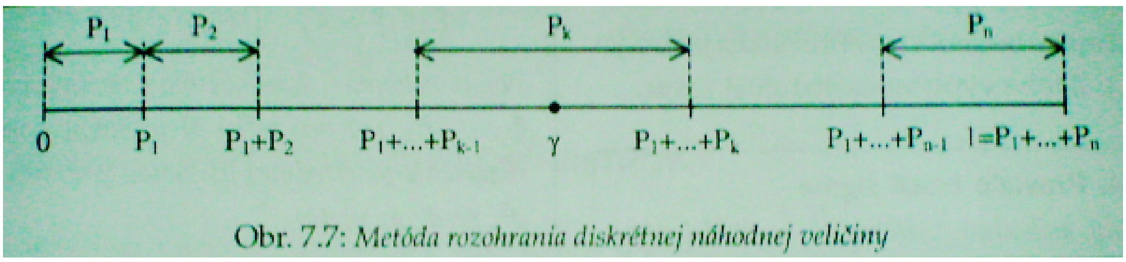
- Pružný rozptyl. Pri tejto interakcii sa nemení celková energia interagujúcich častíc. T.z. energia po zrážke ostane rovnaká.
- Záchyt. Tento typ interakcie znamená pohltenie neutrónu látkou v dôsledku rôznych fyzikálnych mechanizmov.
- Nepružný rozptyl. Dochádza k strate energie bombardujúcej častice, preto po interakcii bude mať častica nižšiu energiu.
- Štiepenie. Znamená proces, pri ktorom z jednej študovanej častice vzniká viac sekundárnych častíc, ktoré môžu rovnakou interakciou vyprodukovať vznik celej lavíny častíc.

Opis procesu rozohrania diskrétnej náhodnej veličiny.
Rozohranie náhodnej veličiny je transformácia náhodnej veličiny γ s rovnomerným rozdelením na intervale (0,1), ktorú nám poskytol generátor pseudonáhodných čísel, na ľubovoľnú náhodnú veličinu ξ charakterizujúcu deje v riešenom fyzikálnom modeli. Pravdepodobnosť toho, že nagenerovaná hodnota γ padne do subintervalu $\langle \alpha, \beta \rangle \subset (a, b)$, je podľa definície (o Monte Carlo) rovná dĺžke tohto subintervalu:

$$\int_{\alpha}^{\beta} p(x)dx = \frac{\beta - \alpha}{b - a} \Rightarrow P\{0 < \alpha \leq \gamma \leq \beta < 1\} = \beta - \alpha (1).$$

Získanie hodnoty ξ pomocou γ, ak ξ je diskrétna veličina:

1. Rozdelíme interval $\langle 0, 1 \rangle$ na n subintervalov dĺžky $P_1, P_2, ..., P_n$
2. Nagenerujeme náhodné číslo $\gamma \in (0, 1)$
3. Postupne pre každé $k = 1, ..., n$ vyšetrujeme podmienku: $\gamma < \sum_{i=1}^{k} P_i$, a prvý subinterval P_k, pre ktorý bude táto podmienka splnená, určí príslušnú hodnotu $\xi = x_k$.



Obr. 7.7: *Metóda rozohrania diskrétnej náhodnej veličiny*

Overenie správnosti tejto procedúry vyplýva z nasledujúcej úpravy vzťahu (1):

$$P\left\{\sum_{i=0}^{k-1} P_i < \gamma < \sum_{i=0}^{k} P_i\right\} = (P_0 + ... + P_k) - (P_0 + ... + P_{k-1}) = P_k.$$