

# Monte Carlo: Teoría y práctica aplicada al transporte de radiación.

## Programa.

### **Unidad 1:** Introducción y definiciones.

- 1.1. Definiciones.
- 1.2. Simulación.
- 1.3. Integración.

### **Unidad 2:** Fundamentación matemática para la integración por Monte Carlo.

- 2.1. Variables aleatorias y distribución.
- 2.2. Independencia de las variables aleatorias.
- 2.3. Expectación, varianza, covarianza.
- 2.4. Ley de los números grandes.
- 2.5. Convergencia.
- 2.6. Teorema Central del Límite.
- 2.7. Resumen: propiedades matemáticas del método Monte Carlo.

### **Unidad 3:** De la aguja de Bufón a las técnicas de reducción de varianza.

- 3.1. Aguja de Bufón: Monte Carlo acertó o perdió.
- 3.2. Integración: Monte Carlo crudo.
- 3.3. Técnicas clásicas de reducción de varianza.
- 3.4. Técnicas adaptativas de reducción de varianza.

### **Unidad 4:** Comparación con cuadratura numérica.

- 4.1. Cuadratura unidimensional.
- 4.2. Cuadratura multidimensional.
- 4.3. Paradojas del Monte Carlo.

### **Unidad 5:** Números aleatorios y pseudo-aleatorios.

- 5.1. Números realmente aleatorios.
- 5.2. Números pseudo-aleatorios.

### **Unidad 6:** Cuasi-Monte Carlo.

- 6.1. Filosofía del cuasi-aleatorio.
- 6.2. Bases teóricas del cuasi-aleatorio.
- 6.3. Generadores de números cuasi-aleatorio.

### **Unidad 7:** Números aleatorios no-uniformes.

- 7.1. Generador Gaussiano.
- 7.2. Otras distribuciones conocidas.
- 7.3. Distribuciones empíricas.

### **Unidad 8:** Aplicaciones.

- 8.1. Incerteza del promedio pesado.
- 8.2. Integración sobre un triángulo.
- 8.3. Programas reales de cálculo.

- 8.4. Desdoblamiento y cancelado en simulación secuencial.
- 8.5. Muestreo a partir de una población finita.

**Unidad 9:** Aplicaciones al transporte de radiación electromagnética.

- 9.1. Cálculo del punto de interacción.
- 9.2. Dispersión Rayleigh y Compton.
- 9.3. Efecto fotoeléctrico.
- 9.4. Producción de Pares.

**Unidad 10:** Interacción de electrones y positrones.

- 10.1. Choques elásticos.
  - 10.1.1. Modelo de Wentzel (MW) modificado.
  - 10.1.2. Simulación de un choque elástico con el modelo MW.
- 10.2. Choques Inelásticos.
  - 10.2.1. Modelo GOS.
  - 10.2.2. Sección eficaz diferencial.
  - 10.2.3. Sección eficaz integrada.
  - 10.2.4. Stopping power para electrones y positrones de alta energía.
  - 10.2.5 Simulación de choques inelásticos duros.
  - 10.2.6. Ionización de capas internas.
- 10.3. Radiación de frenado.
  - 10.3.1. DCS para la pérdida de energía.
  - 10.3.2. Sección eficaz integrada.
  - 10.3.3. Distribución angular para los fotones emitidos.
  - 10.3.4. Simulación para eventos radiativos duros.
- 10.4. Aniquilación de positrones.
  - 10.4.1 Generación de los fotones emitidos.

**Unidad 11:** Mecanismos de transporte para Electrón/positrón.

- 11.1 Dispersión elástica.
  - 11.1.1. Teoría de la dispersión elástica múltiple.
  - 11.1.2. Simulación mixta de la dispersión elástica múltiple.
  - 11.1.3. Simulación con el modelo MW.
- 11.2 Perdidas de energías suaves.
  - 11.2.1. Dependencia con la energía de la DCS suave.
- 11.3. Combinación entre dispersión y pérdida de energía.
  - 11.3.1. Variación de  $\lambda_T^{(h)}$  con la energía.
  - 11.3.2. Dispersión con electrones atómicos.
- 11.4. Generación de tracks aleatorios.
  - 11.4.1. Estabilidad del algoritmo de simulación.

**Bibliografía**

- F. James. Rep. Prog. Phys. Vol 43, 1980 (1146)
- A. Bielajew. Report PIRS-0395. National Research Council of Canada.
- R. Rubinstein. (1981) "Simulation and the Monte Carlo Method" (Wiley, New York):
- J. Wood (1982) "Computational Methods in Reactor Shielding" (Pergamon Press).
- Manual del código GEANT4. <http://geant4.web.cern.ch/geant4/>
- Manual del código PENELOPE. <http://www.nea.fr/html/dbprog/peneloperef.html>