

## Pràctica 6: Números aleatoris 2, grup B2

**Qüestió 6:** 0) Nom del programa **fermionsP6.f**, fes una subrutina per a cada apartat.

L'apartat 1a és idèntic al 2a de la prepràctica.

1) **Distribució Gaussiana: Box Müller.** Subrutina **subgauss**.

- a) Genera fent servir el mètode de Box-Müller  $N = 10000$  números aleatoris distribuïts segons la distribució gaussiana de mitjana 0 i desviació estàndard 1. Genera un histograma (fent servir el màxim i mínim o l'interval  $[-5 : 5]$ ) normalitzat amb 100 caixes i fes una figura **histogaus.png** comparant-lo, incloent l'estimació binomial de l'error de cada barra, amb la distribució exacta.
- b) Calcula, fent servir els números generats, la integral següent i escriu el seu valor i l'error estimat en un fitxer **valorsI3.dat**,

$$I_3 = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2} \cosh^2(x) dx = \frac{1}{2}(1 + e^2) \quad (1.43)$$

Nota:  $I_3$  es pot "llegir" com a valor esperat ...

2) **Integral MCarlo multidimensional: Normalització de fermions.** Subrutina **mcarloMD**.

Un dels problemes habituals treballant amb fermions, partícules que obeeixen l'estadística de Fermi, és calcular la normalització de la seva funció d'ona. Considerem un sistema unidimensional de 5 fermions no interactuants atrapats en un potencial d'oscil·lador en el primer estat excitat del sistema <sup>2</sup>. En unitats d'oscil·lador la densitat de probabilitat de trobar als 5 fermions s'escriu,

$$\rho(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = \frac{64}{45\pi^{5/2}} \frac{1}{120} e^{-(x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2+x_5^2)} (x_1+x_2+x_3+x_4+x_5)^2 \prod_{i<j=1}^5 (x_i-x_j)^2. \quad (1.44)$$

Fent servir els números aleatoris generats a 1) (via COMMON) calcula la següent integral 10 vegades utilitzant per a cada càlcul  $N = 1000 \times k$  números aleatoris,  $k = 1, \dots, 10$ . Escriu en un fitxer **multiMD.dat** el nombre de punts,  $N$ , el valor de  $I_4$  i l'error estimat amb el mètode de Montecarlo.

$$I_4 = \int_{-\infty}^{\infty} dx_1 \int_{-\infty}^{\infty} dx_2 \int_{-\infty}^{\infty} dx_3 \int_{-\infty}^{\infty} dx_4 \int_{-\infty}^{\infty} dx_5 \rho(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \quad (1.45)$$

Nota 1: Explica, breument, dins del programa la teva estratègia.

Nota 2: Comença escrivint el  $\prod_{i<j=1}^5 (x_i - x_j)^2$  explícitament i assegura't que el resultat és correcte abans d'intentar programar-lo de manera elegant.

Extra: Estudia la convergència de  $I_4$  depenent de l'estratègia d'integració.

Entregable: **fermionsP6.f**, **histogaus.png**, **valorsI3.dat**, **multiMD.dat**

---

<sup>2</sup>Experiments amb un nombre molt petit d'àtoms fermiònics a temperatures ultrafredes, explorant les propietats d'estats com aquest s'han fet fa dos anys al grup del Prof. S. Jochim, <http://www.lithium6.de/>.