

Laboratorio di Calcolo per Fisici,
Esercitazione valutata del 09/12/2024 — MATTINA
A.A. 2024/2025

Nome _____ Cognome _____
Matricola _____ ☐ Ritirato/a

Lo scopo di questa esercitazione è scrivere un programma in C e uno script in python seguendo la traccia riportata di seguito. Si tenga presente che:

1. Per svolgere il compito si hanno a disposizione 3 ore.
2. Si possono usare libri di testo, prontuari e gli appunti ma non è ammesso parlare con nessuno né utilizzare cellulari, tablet o laptop, pena l'annullamento del compito.
3. Il programma va scritto e salvato esclusivamente sul computer del laboratorio, a cui si deve accedere utilizzando come username **studente** e come password **informatica**
4. **Tutti i file vanno salvati in una cartella chiamata `ELCDIC_NOME_COGNOME` nella home directory**, dove NOME e COGNOME indicano rispettivamente il tuo nome e cognome. Ad esempio lo studente *Marco Rossi* deve creare una cartella chiamata `ELCDIC_MARCO_ROSSI` contenente tutti i file specificati nel testo. **Tutto ciò che non si trova all'interno della cartella suddetta non verrà valutato.** In tutti i programmi e script inserisci all'inizio un commento con il tuo nome, cognome e numero di matricola.
5. **Dovete consegnare il presente testo indicando nome, cognome e numero di matricola** (vedi sopra), barrando la casella "Ritirato/a" se ci si vuole ritirare, ovvero se non si vuole che la presente prova venga valutata.

Le sospensioni colloidali sono composte da particelle di dimensioni micrometriche (colloidi) disperse in un fluido. Data una sospensione colloidale diluita posta in un recipiente chiuso, la probabilità di trovare un singolo colloide a una certa altezza z diminuisce esponenzialmente con z , cioè

$$P(z) = \frac{e^{-z/\lambda}}{A}, \quad (1)$$

dove λ è una costante che determina la pendenza dell'esponenziale, mentre A fa sì che la probabilità $P(z)$ sia normalizzata. Di converso, la probabilità è costante lungo le direzioni x e y .

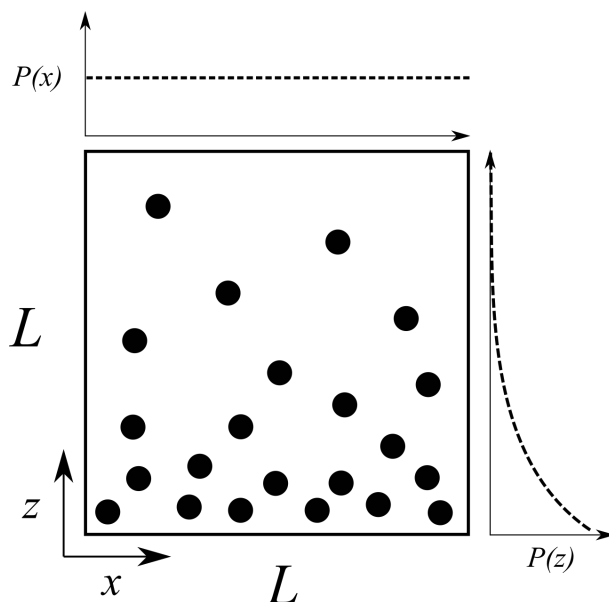


Figura 1: Una configurazione di esempio, con le due probabilità teoriche, costante lungo x ed esponenziale decrescente lungo z .

Lo scopo di questa esercitazione è di simulare una sospensione colloidale che, per semplicità, considereremo bidimensionale, e di calcolare i profili di densità lungo le due direzioni x e z . La figura 1 mostra

un sistema bidimensionale che mostra una configurazione di esempio, e i grafici delle due funzioni di probabilità “teoriche”.

► **Prima parte:** Si realizzi un programma in C, chiamato `nome_cognome.c` (tutto minuscolo, senza eventuali spazi, accenti o apostrofi), per generare i profili di densità descritti sopra. In tale programma si dovranno generare casualmente le posizioni di N colloidi in un recipiente quadrato di lato $L = 10$. La coordinata x di ogni colloide viene estratta casualmente nell’intervallo $[0, L)$, mentre la coordinata z viene generata estraendola da una distribuzione esponenziale. Questo si può ottenere estraendo un numero casuale R nell’intervallo $[0, 1)$ e utilizzandolo nella relazione $z = -\log(1 - R)/\lambda$, dove λ è un parametro il cui valore deve essere fissato uguale a 1.

Per calcolare le probabilità $P(x)$ e $P(z)$ il programma definisce due istogrammi di $N_{\text{bins}} = 20$ bin ciascuno, `hist_x` e `hist_z`. Il bin i -esimo di `hist_x` tiene traccia del numero di colloidi aventi coordinata x compresa tra x_i e $x_i + \Delta x$, dove $\Delta x = \frac{L}{N_{\text{bins}}}$, e lo stesso per `hist_z`. Le probabilità si ottengono normalizzando questi istogrammi.

In particolare il programma dovrà:

1. Definire i valori $L = 10$, $N_{\text{bins}} = 20$ e $\lambda = 1$ con delle opportune macro.
2. Chiedere in input all’utente il numero N di colloidi da inserire. N deve essere maggiore di 0 e minore di 10000.
3. Implementare un ciclo in cui vengono estratte le posizioni degli N colloidi, e vengono aggiornati i due istogrammi.
4. Normalizzare gli istogrammi.
5. Stampare su schermo con 5 cifre dopo la virgola i valore delle posizioni medie lungo x e lungo z , calcolate a partire dagli istogrammi.
6. Stampare sui file “`prob_dist_x.dat`” e “`prob_dist_z.dat`” i due istogrammi normalizzati nel formato $x_i \ H_i$, dove $x_i = (i + 0.5)\Delta x$ (e lo stesso per z), con cinque cifre significative dopo la virgola.

Nello scrivere il programma si richiede che vengano implementate almeno le seguenti funzioni:

- `inserimento()`, che chiede all’utente di inserire il numero di colloidi N , reiterando la richiesta qualora il numero inserito non sia maggiore di 0 e minore di 10000, e lo restituisce.
- `genera_posizione()`, che prende come parametro un array 1D di due double, e riempie quest’ultimo con le coordinate di un colloide, x e z , generate casualmente come indicato sopra.
- `calcola_media()` che prende in input un istogramma e ne restituisce la media. Dato un istogramma normalizzato $X_0, X_1, \dots, X_{N_{\text{bins}}-1}$, la media \bar{X} è definita come:

$$\bar{X} = \sum_{i=0}^{N_{\text{bins}}-1} (i + 0.5)\Delta x X_i.$$

► **Seconda parte:**

Eseguire il programma sviluppato nella prima parte e, a partire dai file “`prob_dist_x.dat`” e “`prob_dist_z.dat`”, creare con python un grafico che mostri le due curve con una relativa legenda e le label degli assi. Infine, salvare un’immagine di tale grafico in un file chiamato “`density.png`”. Lo script python si dovrà chiamare `nome_cognome.py`.