

# Laboratorio di Calcolo, Prova pratica del 23/01/2025 mattina

Tutti i canali, Anno accademico 2024-25

Nome: \_\_\_\_\_ Cognome: \_\_\_\_\_  
Matricola: \_\_\_\_\_ ☐ Ritirata/o

Lo scopo di questa prova d'esame è di scrivere un programma in C e uno script in python seguendo la traccia riportata di seguito. Si tenga presente

1. Il tempo a disposizione è di 3 ore. Sono ammessi libri di testo, prontuari, appunti. Non si può parlare con nessuno, utilizzare cellulari/tablet/laptop, pena l'annullamento del compito.
2. Il programma va scritto e salvato esclusivamente sul computer del laboratorio, a cui si deve accedere utilizzando come username **studente** e come password **informatica**
3. **Tutti i file vanno salvati in una cartella chiamata ELCSR\_NOME\_COGNOME nella home directory**, dove NOME e COGNOME indicano rispettivamente il tuo nome e cognome. Ad esempio lo studente *Nicolò Maria De Rossi Salò* deve creare una cartella chiamata ELCSR\_NICOLOMARIA\_DEROSSISALO contenente tutti i file specificati nel testo. **Tutto ciò che non si trova all'interno della cartella suddetta non verrà valutato.**
4. **È necessario consegnare il presente foglio 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.
5. **Consegna in Aula 17, Via Tiburtina:** dovrete eseguire, all'interno della cartella creata in precedenza (come spiegato al punto 3), il seguente comando da terminale:  
`cp * /media/sf_esame/`

In questa prova si vuole studiare la distribuzione di probabilità di  $\chi^2$  e graficarne l'andamento con uno script python.

Una variabile di  $\chi^2$  con  $N_{\text{dof}}$  gradi di libertà è definita come la somma  $\chi^2 = \sum_{i=1}^{N_{\text{dof}}} Z_i^2$  dei quadrati di  $n$  variabili aleatorie indipendenti  $Z_i$ , distribuite secondo una distribuzione gaussiana standardizzata  $G(z|\mu, \sigma)$  con parametri  $\mu = 0$  e  $\sigma = 1$ . Lo scopo della prova è di generare  $N_{\text{mis}}$  valori  $x_i$  secondo la distribuzione di  $\chi^2$  e di calcolarne la media aritmetica e la deviazione standard campionaria. Il valore medio  $\bar{x}$  di  $N_{\text{mis}}$  valori  $\{x_i\}$  secondo la distribuzione di  $\chi^2$  è proprio pari al numero di gradi di libertà  $N_{\text{dof}}$ .

Tutte le funzioni e le costanti, come  $\pi$ , sono disponibili nella libreria matematica.

---

## ► Prima parte (voto massimo: 24/30)

Scrivere un programma `chisquare.c` con le seguenti specifiche:

- acquisire dall'utente un numero intero `Ndof` ed assicurarsi che sia compreso nell'intervallo  $[2, 17]$ ;
- acquisire dall'utente un numero intero `Nmis` ed assicurarsi che sia compreso nell'intervallo  $[10, 100]$ ;
- implementare una funzione `gauss(...)` con opportuni argomenti per restituire una variabile aleatoria gaussiana usando il seguente algoritmo. Dati i valori di  $\mu$  e  $\sigma$

- generare due variabili  $y_1$  e  $y_2$  distribuite uniformemente nell'intervallo  $(0, 1]$
- calcolare  $z = \mu + \sigma \cdot \cos(2\pi y_1) \sqrt{-2 \ln y_2}$  che avrà la distribuzione Gaussiana  $G(z|\mu, \sigma)$  desiderata
- Generare  $N_{\text{dof}}$  variabili gaussiane  $g_i$ , con  $\mu = 0$  e  $\sigma = 1$ , e calcolare la variabile **chi2** come  $\sum_{i=1}^{N_{\text{dof}}} g_i^2$
- generare  $N_{\text{mis}}$  valori di **chi2** ripetendo il punto precedente e salvarli in un array **dati**
- implementare una funzione **media(...)** con opportuni argomenti per calcolare la media aritmetica dei valori immagazzinati in **dati**. Si ricorda che la media aritmetica  $\bar{x}$  di  $n$  valori  $\{x_1, \dots, x_n\}$  è definito come

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

- implementare una funzione **stddev(...)** con opportuni argomenti per calcolare la deviazione standard campionaria dei valori in **dati**. Si ricorda che la deviazione standard campionaria di  $n$  valori  $\{x_1, \dots, x_n\}$  è definita come

$$\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

- stampare sullo schermo i valori di  $N_{\text{mis}}$ ,  $N_{\text{dof}}$ , la media, e la deviazione standard calcolati con 2 cifre decimali dopo la virgola con il formato seguente  
**Nmis: 123 Ndof: 13 media: 13.65 dev std: 2.40**

---

► **Seconda parte** In questa seconda parte bisogna creare un istogramma dei valori di **chi2** nell'intervallo  $[0, 2N_{\text{dof}}]$ . A tal fine

- creare un array **hist** di lunghezza opportuna per contare il numero di valori di **chi2** nell'intervallo  $[i, i+1)$  con  $i = 0, \dots, 2N_{\text{dof}} - 1$
- creare un file **chi2.dat** di due colonne e scriverci il valore di  $i$  e della relativa frequenza

Infine, creare uno script python **grafico.py** che legga i dati contenuti nel file e crei un grafico delle frequenze ottenute e lo salvi in **grafico.png**. Il grafico deve essere completo di titolo e di opportune legende per i dati e gli assi.