

Laboratorio di Calcolo

Prova di esame, appello luglio 2026

Nome: _____	Cognome: _____
Matricola: _____	☐ Ritirata/o

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 LCJUL26_COGNOME_NOME nella home directory**, dove NOME e COGNOME indicano rispettivamente il tuo nome e cognome. Ad esempio lo studente *Nicolò De Rossi* deve creare una cartella chiamata LCJUL26_DEROSI_NICOLO contenente tutti i file specificati nel testo. **Tutto ciò che non si trova all'interno della cartella suddetta non verrà valutato.**
4. Consegnare il presente testo indicando nome, cognome e numero di matricola (vedi sopra), barrando la casella "Ritirata/o" se ci si vuole ritirare, ovvero se non si vuole che la presente prova venga valutata.

In questo esercizio simuleremo il flusso del traffico veicolare su una strada a singola corsia tramite il **Modello TASEP** (Totally Asymmetric Simple Exclusion Process). Questo modello è ampiamente utilizzato nella fisica dei sistemi complessi per studiare le transizioni di fase di non-equilibrio, come la formazione degli ingorghi stradali.

Consideriamo una strada divisa in $L = 100$ celle, chiusa ad anello (condizioni al contorno periodiche), su cui si muovono N automobili. Ogni cella può essere vuota (stato 0) oppure occupata da un'auto (stato 1). Le auto si muovono solo in avanti (da sinistra verso destra). L'evoluzione del sistema avviene mediante aggiornamenti casuali. Chiameremo **passo di simulazione** una sequenza di L tentativi di movimento casuali, ognuno dei quali consiste nelle operazioni descritte di seguito:

1. Si seleziona una cella i in $[0, L - 1]$ in modo casuale, con distribuzione uniforme.
2. Se la cella i contiene un'auto e la cella successiva è vuota, l'auto ha la possibilità di avanzare. Se l'avanzamento avviene, la cella i diventa vuota e la successiva $(i + 1)$ si riempie. Date le condizioni periodiche la cella successiva di $i = L - 1$ deve essere la cella $i = 0$.
3. L'avanzamento avviene solo con una certa probabilità p . In questo esercizio assumeremo che la probabilità sia $p = 0.8$.

Lo scopo dell'esercizio è costruire il **Diagramma Fondamentale del Traffico**, ovvero calcolare il flusso medio di veicoli J in funzione della densità di auto $\rho = N/L$, verificando l'esistenza di una densità critica oltre la quale il flusso diminuisce a causa della formazione degli ingorghi.

Per ridurre le fluttuazioni statistiche, per ciascun valore di N il programma eseguirà dapprima **WARMUP passi** di randomizzazione, seguiti da **MEASURE passi** di misura.

Il flusso medio J sarà definito come il numero medio di avanzamenti per cella e per **passo**, calcolato sui soli **passi** di misura.

► **Esercizio in C:**

Scrivere un programma in C chiamato `COGNOME.NOME.c` che soddisfi le seguenti richieste:

- Definire le seguenti costanti del precompilatore (macro): `L` (numero celle), `PROB` (probabilità di avanzare), `WARMUP = 1000` (numero di passi di randomizzazione) e `MEASURE = 2000` (numero di passi di misura).
- Inizializzare il seme dei numeri casuali con `srand48(123456)`;
- Con un opportuno ciclo variare il numero di auto N da 5 a 95 a passi di 5 (5, 10, 15, ..., 95).
- Implementare una funzione `sweep(...)` con opportuni argomenti che realizzi un singolo **passo** della simulazione. Durante una chiamata la funzione deve:
 - Eseguire L tentativi di movimento scegliendo ogni volta una cella casuale;
 - Per ciascun tentativo applicare le regole di avanzamento dei veicoli, aggiornando l'array strada quando avviene un avanzamento;
 - Restituire il numero totale di avanzamenti effettuati durante il **passo**.
- **Per ciascun valore di N :**
 - Dichiarare un array di interi chiamato `strada` di lunghezza opportuna e inizializzarlo mettendo le N auto nelle prime N celle (valore 1) e lasciando vuote le restanti (valore 0).
 - Inizializzare una variabile `movimenti` per calcolare il numero totale di auto avanzate durante i passi di misura.
 - Eseguire `WARMUP` **passi** di randomizzazione per mescolare le posizioni delle auto, utilizzando la funzione `sweep()`.
 - Eseguire `MEASURE` **passi** di misura e dopo ciascun **passo** aggiornare la variabile `movimenti`.
 - Calcolare la densità delle auto $\rho = N/L$.
 - Calcolare il flusso medio come $J = \text{movimenti} / (\text{MEASURE} \times L)$.
 - Salvare nel file di testo `traffico.dat` i valori ρ e J in due colonne (non ci devono essere altri simboli o stringhe di testo nel file).

► **Esercizio in Python:**

Creare uno script python `COGNOME.NOME.py` per leggere i dati dal file `traffico.dat` e generare il Diagramma Fondamentale del Traffico. In particolare, lo script deve:

- Caricare dal file `traffico.dat` le colonne contenenti i valori della densità (ρ) e del flusso (J).
- Graficare il flusso J in funzione della densità ρ .
- Il grafico dovrà contenere una legenda e opportuni label sugli assi, e deve essere salvato in formato PNG nel file `traffico.png`.
- Si osserverà che il flusso cresce linearmente per basse densità (traffico libero) per poi decrescere dopo un picco (ingorghi).