

Università degli Studi di Trieste

Laboratorio di Fisica Computazionale FI020004-4

18 settembre 2024

Introduzione al moto browniano

Scheda di laboratorio

a cura di Maria Peressi e Giorgio Pastore

I programmi Java vanno sempre avviati caricando il relativo progetto BlueJ (menu **Project** e poi **Open Project**).

Se i rettangoli che rappresentano le classi Java nella finestra principale di BlueJ appaiono a righe occorre premere il bottone **Compile**. Quindi si clicca sulla classe di partenza (verrà indicata) col tasto destro del mouse (su alcuni sistemi invece tenendo premuto il tasto **ctrl** (control) ed usando il tasto sinistro) e si seleziona `void main(String[] args)`. Apparirà una finestra a cui si dà OK e quindi parte l'esecuzione dell'applicazione Java.

La lista che segue va considerata come un canovaccio guida per le attività numeriche. Esplorazioni individuali, domande, proposte di alternative: benvenute!

Progetto Gas (numeri casuali)

Si tratta di un'applicazione che permette di esplorare l'effetto di valutare un prefissato numero (**N.conf**) di volte i valori di variabili casuali ottenute sommando **N.variabili** variabili casuali diverse, ciascuna delle quali può assumere **N.valori** valori differenti (corrispondenti agli interi da 1 a **N.valori** con distribuzione di probabilità uniforme. P.es., se **N.valori**= 6, possiamo l'output del programma sarà l'istogramma delle frequenze delle diverse uscite di un dado (**N.variabili**= 1) lanciato **N.conf** volte.

Premendo più volte il testo **Calcola** si otterranno istogrammi relativi ad esperimenti indipendenti.

1. Ponendo **N.variabili**= 1, **N.valori**= 2 e **N.conf**= 20 (il default), possiamo simulare il lancio di una moneta (due facce, cui attribuiamo i valori 1 e 2) per 20 volte di seguito.
 - (a) eseguire la serie virtuale di 20 lanci per un certo numero di volte e verificare la variabilità dei risultati. Quante volte mi aspetto di dover fare la serie di 20 lanci prima di trovare un'uscita di 20 "1" o 20 "2" ? (Si suggerisce di provare a stimare il numero prima di iniziare la serie di tentativi).

- (b) confrontate quello che appare sul vostro schermo con quello che appare sullo schermo del vostro vicino se iniziate entrambi da zero l' esperimento (subito dopo l' apertura dell' applicazione BlueJ. Cosa si può dire ?
2. Cosa succede se iniziamo a lanciare più monete e ci preoccupiamo della variabile casuale “somma dei risultati delle singole monete” ? Provare ad aumentare sia **N.variabili**, sia **N.conf** e ad effettuare più serie di lanci. Cosa succede qualitativamente ?
 3. Modifichiamo **N.vailori** ponendolo uguale a 6 (caso del dado). Esplorare la forma tipica degli istogrammi di frequenza al variare di **N.variabili** ed **N.conf**.
 4. Valutare qualitativamente come varia il valore medio della variabile casuale “somma” e la larghezza della sua distribuzione.

Progetto Brown (moto browniano)

5. Verificare che il comportamento dello spostamento quadratico medio in funzione del tempo nel moto browniano, dopo un transiente iniziale, tende ad una crescita lineare col tempo.
6. Valutare il coefficiente angolare della retta che approssima lo spostamento quadratico medio per valori diversi di M , T e γ verificando la consistenza dei risultati con le relazioni di Einstein.
7. Verificare se e come i risultati dipendono dalla scelta del passo di integrazione numerica Δt . (Provare a dimezzarne o raddoppiarne il valore e poi eventualmente passare a valori ancora più lontani da quelli iniziali).
8. Tenendo presenti i valori realistici del coefficiente di viscosità dei fluidi elencati nella tabella allegata, le ragionevoli variazioni di $k_B T$ per esperimenti di laboratorio e valori plausibili per raggi (P) e masse (M) delle particelle browniane, esplorare la regione plausibile dei parametri in gioco. Si ricorda l' espressione del coefficienti di attrito γ data dalla formula di Stokes (valida per sfere in moto in un fluido in regime laminare): $\gamma = 6\pi\eta P$.