

# LABORATORIO DI TRATTAMENTO NUMERICO DEI DATI SPERIMENTALI APPELLO 28/06/2023

COGNOME \_\_\_\_\_ NOME \_\_\_\_\_

MATR \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

Si svolga l'esercizio seguente nel progetto del team replit relativo a questo appello. Il progetto è già configurato per permettervi di svolgere l'esercizio. Al termine dell'esame dovrete semplicemente fare un "submit". Il progetto deve contenere il necessario per poter essere compilato ed eseguito.

Si consideri l'equazione differenziale dell'oscillatore armonico smorzato:

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} x \\ v_x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_x \\ -\omega_0^2 x - \alpha v_x \end{pmatrix}$$

con  $\omega_0 = 1.15 \text{ s}^{-1}$  e  $\alpha = 0.01 \text{ s}$ .

Per le condizioni iniziali  $x(t=0) = x_0 = 1 \text{ m}$  e  $v(t=0) = v_{0x} = 0 \text{ m/s}$ :

1. integrare l'equazione differenziale con il metodo di Runge-Kutta e determinare la posizione  $x$  del sistema all'istante  $t = 43 \text{ s}$ . Si utilizzi un passo  $h$  di integrazione opportuno.
2. Stimare l'errore che si commette nella determinazione della posizione  $x(t=43\text{s})$  del sistema quando si integra con il passo di integrazione utilizzato in 1).
3. Quale valore del passo di integrazione garantisce un errore sulla posizione  $x(t=43\text{s})$  del sistema pari a  $50 \mu\text{m}$  ?
4. Ripetere 1000 volte la medesima integrazione assumendo un errore gaussiano sulla posizione iniziale  $x_0$  con  $\sigma = 0.5 \text{ cm}$  e calcolare la deviazione standard della distribuzione dei valori della posizione  $x$  ( $t=43 \text{ s}$ ) [Attenzione alle unità di misura!]. Si utilizzi il passo stimato nel punto 3) in modo che l'errore sulla posizione a  $t=43$  sia molto minore di  $0.5 \text{ cm}$ .
5. Ripetere il punto 4) utilizzando come valori di precisione sulla misura della posizione iniziale  $0.5, 1, 1.5, 2.0, 3.0 \text{ cm}$  e costruire una tabella o un grafico della dipendenza della deviazione standard della distribuzione della posizione dopo  $43 \text{ s}$  in funzione della precisione sulla conoscenza della posizione iniziale.