

Laboratorio di Fisica Computazionale I (AA 2017/18)
Prima prova in itinere (obbligatoria)

Scadenza: 29 ottobre 2017 alle ore 22:00

La prova è individuale e consiste nello studio del seguente sistema di tre equazioni differenziali accoppiate del primo ordine:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= x[a(1-x) + 0.5(1-y) + b(1-z)] \\ \dot{y} &= y[-0.5(1-x) + b(y-z)] \\ \dot{z} &= z[\rho(1-x) + 0.1(2-y-z)]\end{aligned}$$

Scrivete un programma che prenda in input, con la tecnica che preferite, i parametri del problema: a , b , ρ , dt , tempo massimo di integrazione e condizioni iniziali, e restituisca in output una tabella ordinata dei valori delle tre coordinate in funzione del tempo.

Svolgete i temi proposti stilando una breve relazione corredata di grafici, commentando le operazioni svolte e i risultati ottenuti. Scegliete un metodo di integrazione almeno del secondo ordine. Giustificate la vostra scelta.

Parte 1 (sufficiente per una valutazione positiva)

1. Ponete $a = 0$, $b = 0$, $\rho = 0.2$ e studiate il moto che segue dalle condizioni iniziali $x(0) = 1.2$, $y(0) = 0.5$, $z(0) = 0$ almeno fino a $t = 50$. Descrivete qualitativamente il moto osservato. Se si tratta di un moto verso un punto fisso, misurate le coordinate di quest'ultimo. Se si tratta di un moto periodico, misuratene il periodo. Cercate di fornire misure accurate entro un errore relativo dell'1%. Giustificate, se potete, la scelta del passo di integrazione.
2. Studiate graficamente e commentate il comportamento della quantità:

$$C = \log x - x + \log y - y + z$$

3. Nelle condizioni del punto 1, studiate l'errore di integrazione al tempo $t = 10$. Avevate scelto bene il passo d'integrazione nei punti precedenti?

Parte 2 (difficoltà maggiore)

In questa seconda parte fissate $a = 0.5$, $b = 0.1$ e studiate le orbite del sistema al variare del parametro ρ . Si usino le condizioni iniziali $x(0) = 1.2$, $y(0) = 0.5$, $z(0) = 0.3$. Si consiglia di integrare le equazioni del moto abbastanza a lungo da osservare il moto asintotico.

1. Quali differenze qualitative ci sono nel moto che segue le condizioni iniziali nei due casi $\rho = 0.75$ e $\rho = 1.0$?
2. Riuscite a quantificare la vostra descrizione del moto asintotico per alcuni dei sopraindicati valori di ρ ?
3. Cercate di individuare con una precisione di circa 1%, nell'intervallo $[1.2, 1.5]$, i valori di ρ per cui ci sono dei cambiamenti drastici nel comportamento asintotico del sistema. Ad esempio, potreste controllare l'andamento del periodo delle eventuali orbite asintotiche in funzione di ρ .

Regole

Tutti gli studi richiesti devono essere effettuati con un programma C chiaro e ben strutturato, che deve saper integrare correttamente le equazioni differenziali, una volta che l'utente gli abbia passato i parametri (a , b e ρ), la condizione iniziale (x_0 , y_0 e z_0), il passo ed il tempo totale d'integrazione, ed eventualmente il metodo d'integrazione nel caso il programma ne preveda più di uno. È consigliabile che il programma restituisca un errore ed un suggerimento sulla propria sintassi, qualora venga chiamato con il numero di argomenti errato. In output il programma deve scrivere su schermo (ossia su `stdout`) la 3 coordinate in funzione del tempo d'integrazione. Ogni riga che non corrisponda a dei dati deve iniziare con il carattere `#` affinché gnuplot possa ignorarla. L'analisi dei dati può essere eseguita a posteriori, ossia non è richiesto che l'output del programma C sia direttamente il risultato finale, richiesto nella prova.

Il codice C deve essere scritto usando solo i primi 128 caratteri ASCII (quindi niente lettere accentate) e possibilmente solo le librerie standard (quali `stdlib`, `stdio`, `math`, `unistd`, `string`), mentre si devono evitare librerie che esistono solo in alcuni sistemi operativi (quale, ad esempio, `conio.h`). Se il codice C include delle librerie aggiuntive scritte da voi, queste devono essere fornite sotto forma di file con estensione `.h`

Ogni studente deve consegnare via email agli indirizzi di posta elettronica indicati in calce:

- un codice in linguaggio C che esegua l'integrazione come richiesto (questo codice deve chiamarsi `integratore.c`) ed eventuali file con estensione `.h` scritti da lui;
- eventuali altri codici usati per l'analisi dei dati o per ottenere in modo automatico le risposte alle varie domande della prova;
- una relazione in formato pdf che discuta la soluzione di tutti i punti trattati, includendo delle figure che supportino le conclusioni raggiunte;
- nel caso eccezionale in cui si riscontrino problemi insormontabili ad includere le figure nella relazione in formato pdf, le figure possono essere allegate a parte in formato postscript, pdf, jpg, gif o png (altri formati non sono ammessi, perché molto voluminosi).

Non devono essere consegnati file di dati!

Gli indirizzi di posta elettronica a cui recapitare l'elaborato entro le **ore 22:00 del giorno domenica 29 ottobre 2017** sono i seguenti e sono diversi per ogni canale di laboratorio:

- `lfc1.canale1@gmail.com` per coloro che vanno in laboratorio al Fermi il mercoledì in orario 14:30–17:30 con account da `labfc100` a `labfc199`
- `lfc1.canale2@gmail.com` per coloro che vanno in laboratorio al Fermi il giovedì in orario 9–12 con account da `labfc200` a `labfc299`
- `lfc1.canale3@gmail.com` per coloro che vanno in laboratorio a via Tiburtina il giovedì in orario 10–13 con account da `labfc300` a `labfc399`
- `lfc1.canale4@gmail.com` per coloro che vanno in laboratorio al Fermi il giovedì in orario 12–15 con account da `labfc400` a `labfc499`
- `lfc1.canale5@gmail.com` per coloro che vanno in laboratorio al Fermi il giovedì in orario 15–18 con account da `labfc500` a `labfc599`

Eventuali studenti che intendono sostenere la prova, ma non stanno frequentando il corso quest'anno (perché lo hanno già frequentato in anni precedenti) possono inviare la prova al docente con cui hanno seguito il corso o al canale corrispondente alla proprio cognome (come da suddivisione consultabile sulla pagine e-learning del corso).