



Introduzione al corso:

Metodi analitici e numerici per l'ingegneria

Docente: Anna Scotti

AA 2023-2024

Anna Scotti
(Dipartimento di Matematica)

anna.scotti@polimi.it



Orario e team

Data	Dove	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Lunedì	BL_28.1.1									METODI ANALITICI E NUMERICI PER L'INGEGNERIA esercitazione (dal 19/02/2024 al 27/05/2024)
Martedì	B8_0.1									METODI ANALITICI E NUMERICI PER L'INGEGNERIA lezione (dal 20/02/2024 al 28/05/2024)
Mercoledì	LM_6									METODI ANALITICI E NUMERICI PER L'INGEGNERIA lezione (dal 21/02/2024 al 29/05/2024)
Giovedì	B8_0.7									METODI ANALITICI E NUMERICI PER L'INGEGNERIA lezione (dal 22/02/2024 al 30/05/2024)
Venerdì										

Analisi

Prof. Maria Cristina Cerutti

Analisi - esercizi

Andrea Di Primio

Numerica

Prof. Anna Scotti

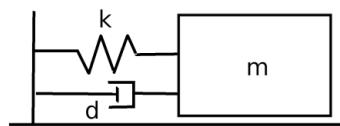
Numerica - lab

Beatrice Crippa
Marco Fois

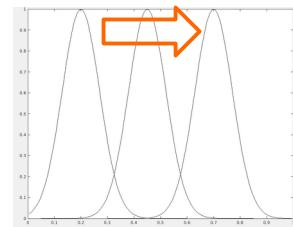
Organizzazione

Analisi

Trasformate
Analisi ODE



Leggi di conservazione

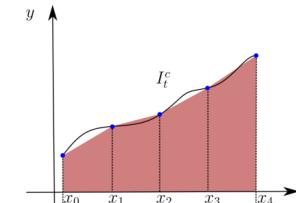


Equazioni ellittiche/paraboliche
Formulazioni deboli

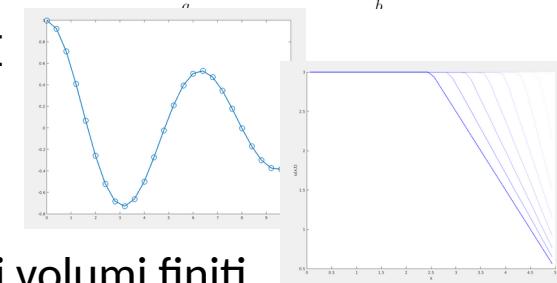
$$\frac{\partial T}{\partial t} - D \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) = f$$

Numerica

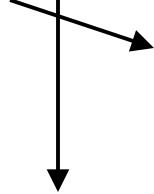
Calcolo numerico di base (~ 1 mese)



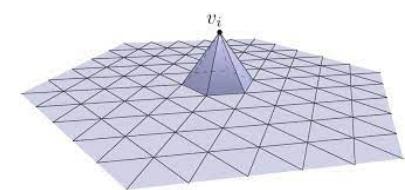
Numerica ODE



Soluzione con i volumi finiti



Elementi finiti (FEM)





Materiale didattico - libro

(Numerica)

Springer

Search

Home Subjects Services Springer Shop About us

+++ Don't miss out: Get 40% off titles in **Engineering & Material**

» Mathematics » Analysis

La Matematica per il 3+2

© 2017
Calcolo Scientifico
Esercizi e problemi risolti con MATLAB e Octave
Authors: **Quarteroni, Alfio, Saleri, Fausto, Gervasio, Paola**
Free Preview

Offre una straordinaria varietà di problemi di interesse applicativo, metodi numerici, algoritmi, programmi, esercizi, illustrazioni e soluzioni

[» see more benefits](#)

[About this Textbook](#) [About the authors](#)

Questo testo è concepito per i corsi delle Facoltà di Ingegneria e di Scienze. Esso affronta tutti gli argomenti tipici della Matematica Numerica, spaziando dal problema di risolvere sistemi di equazioni lineari e non lineari a quello di approssimare una funzione, di calcolare i suoi minimi, le sue derivate

(Analisi)

Springer

Search

Home Subjects Services Springer Shop About us

+++ Don't miss out: Get 40% off titles in **Engineering & Material S**

» Mathematics

La Matematica per il 3+2

© 2009
Invito alle equazioni a derivate parziali
Metodi, modelli e simulazioni
Authors: **Salsa, S., Vegni, F., Zaretti, A., Zunino, P.**
Free Preview

[About this Textbook](#)

Il testo è rivolto a studenti di Ingegneria, Matematica Applicata e Fisica ed è disegnato per corsi alle fine del triennio o all'inizio del biennio magistrale. obiettivo didattico è duplice: da un lato presentare ed analizzare alcuni classici modelli differenziali della Meccanica dei Continui, completati da esercizi svolti e da simulazioni numeriche, illustrate usando il metodo delle differenze finite; dall'altro

+ note in pdf fornite (un argomento alla volta) su Webeep



Laboratori in Python



- ↓ Lento rispetto a C, C++ (linguaggi compilati)
- ↓ Linguaggio non tipizzato (error prone)
- ↑ Molto diffuso, anche nelle aziende
- ↑ (Relativamente) semplice per i principianti
- ↑ Esistono molti pacchetti di numerica pronti

Ambiente di lavoro: GOOGLE COLAB (non servono installazioni, solo un account Google + internet)

The screenshot shows the Google Colab interface. At the top, there's a toolbar with icons for CO (Colab logo), Untitled0.ipynb, and a star icon. Below the toolbar, a menu bar includes File, Modifica, Visualizza, Inserisci, Runtime, Strumenti, Guida, and a status message about the last modification date. On the left, there's a sidebar with sections for Sommario, Sezione (+), {x}, and a key icon. The main workspace contains two code cells. The first cell contains the following Python code:x=np.zeros(10)
for i in range(10):
 x[i]=i/10.
y=x**2The second cell contains this code:[] fig, ax = plt.subplots()
ax.plot(x,y)

ax.set(xlabel='x', ylabel='y',
 title='Parabola')
ax.grid()
plt.show()



Valutazione

Esame completo a fine corso (no prove in itinere)

Consiste in una *prova scritta* con domande/esercizi di analisi e numerica +

Esercizi da svolgere con Python (scrittura di script e uso di funzioni date)
(studenti degli anni precedenti: solo per il 2023/2024 potranno fare l'esame in Matlab)

Può accedere alla *prova orale* (facoltativa) chi ha raggiunto un punteggio minimo di 25/30 allo scritto. La prova orale deve essere sostenuta nello stesso appello in cui è conseguita la valutazione della prova scritta.

Al fine dell'assegnazione della *Lode*, il sostenimento della prova orale è obbligatorio indipendentemente dalla valutazione acquisita alla prova scritta

Primi due appelli: date da confermare a fine giugno/luglio

Perché ci servono i “metodi numerici”?

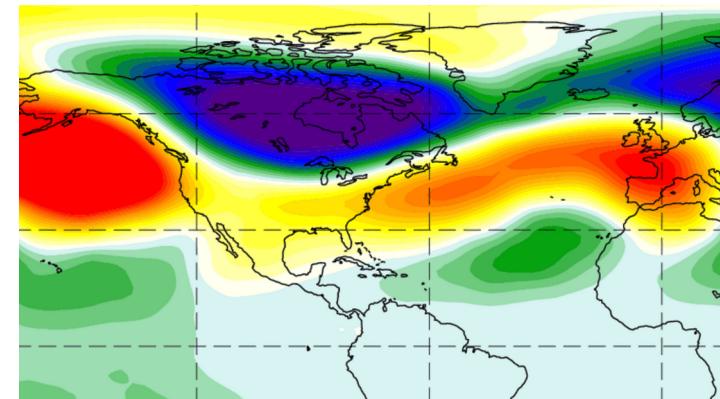


Gli esperimenti “veri” per studiare fenomeni fisici possono essere

- molto costosi
- non ripetibili
- non “etici”
- possono richiedere tempi lunghi
- ...

Un modello matematico, per quanto idealizzato, può essere un utile strumento predittivo che sostituisce o affianca l’esperimento.

$$\partial_t \mathbf{v} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} = -\frac{\nabla p}{\rho} + \nu \nabla^2 \mathbf{v} + \mathbf{g}$$



Perché ci servono i “metodi numerici”?



Poche equazioni interessanti per applicazioni pratiche si possono risolvere esattamente “a mano”.

Equazione dei gas perfetti

$$pv = R^*T$$

Note p e T trovo facilmente v

Equazione dei gas reali (cubica)

$$(p + \frac{\alpha}{v^2})(v - \beta) = R^*T$$

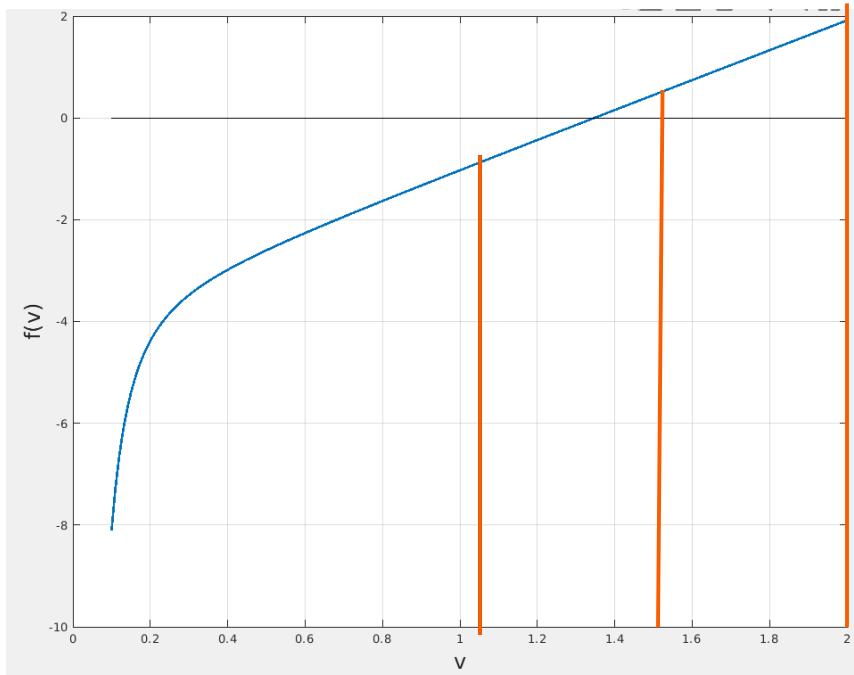
Note p e T ho un’equazione non lineare per v

Cosa si può fare?

Perché ci servono i “metodi numerici”?

Che fare? Riscrivo così:

$$f(v) = \left(p + \frac{\alpha}{v^2}\right)(v - \beta) - R^*T = 0$$



Un semplice metodo iterativo:

La soluzione è compresa di sicuro fra 1 e 2 →

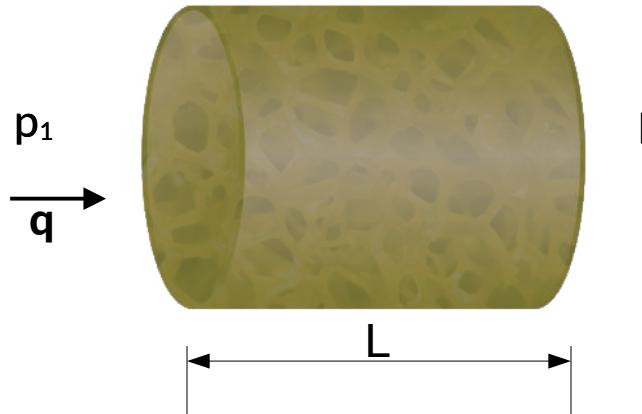
Considero il punto medio.

$f(1.5) > 0$? Allora la soluzione è compresa di sicuro fra 1 e 1.5!

Ripeto finché l’incertezza è *piccola a piacere*

Il metodo fornisce una soluzione approssimata, ma posso controllare l’errore

Un altro esempio: la legge di Darcy



Δp Salto di pressione

\mathbf{q} Flusso

K Permeabilità
(del materiale)

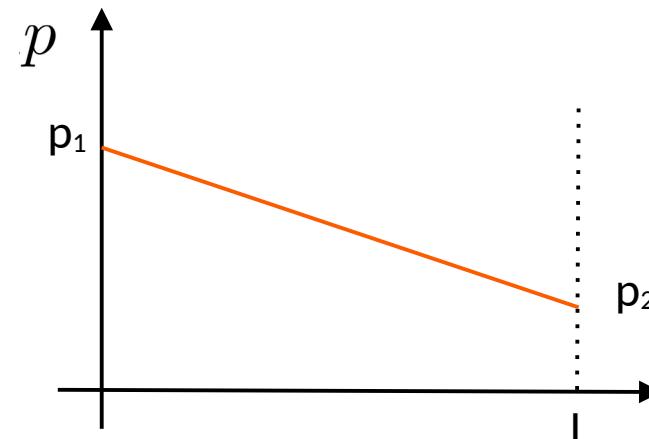
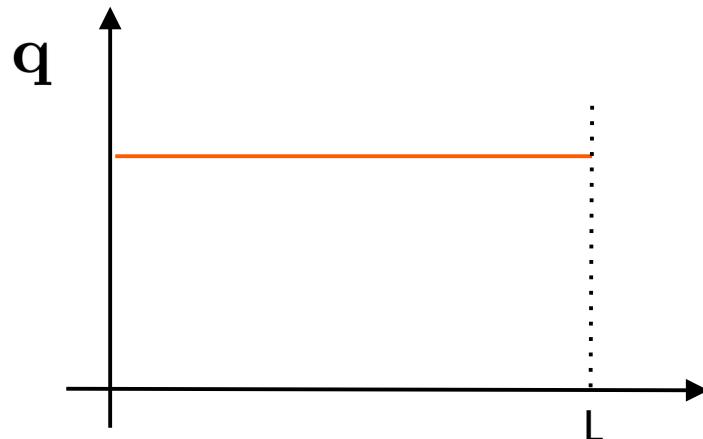
μ Viscosità
(del fluido)

$$\mathbf{q} = -\frac{K}{\mu} \frac{\Delta p}{L}$$

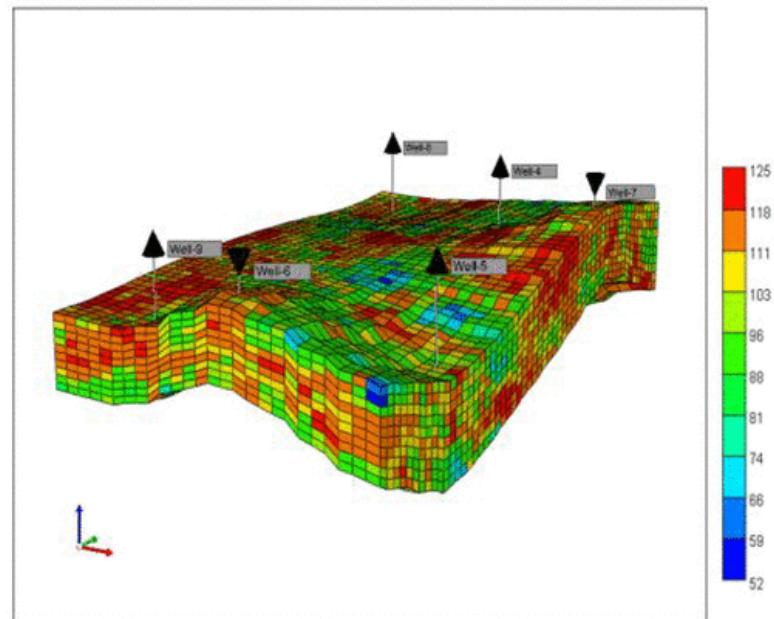
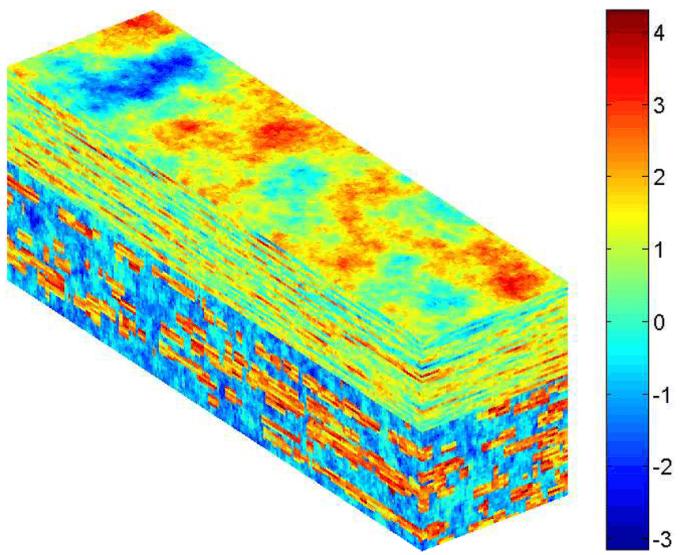
Legge differenziale (in 1D)

$$\mathbf{q} = -\frac{K}{\mu} \frac{dp}{dx}$$

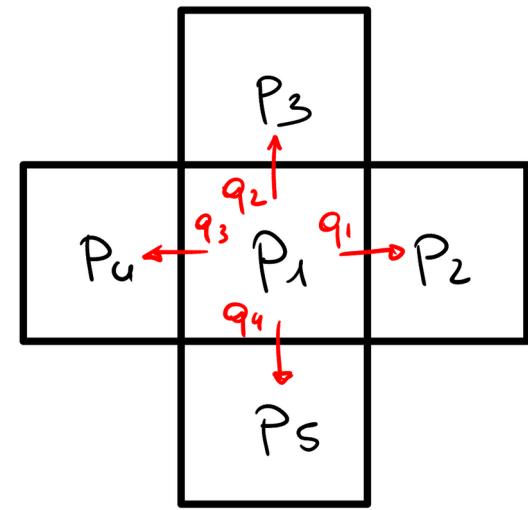
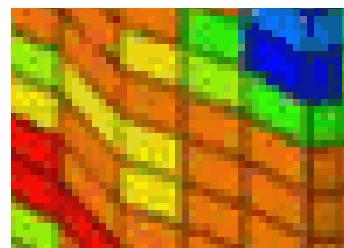
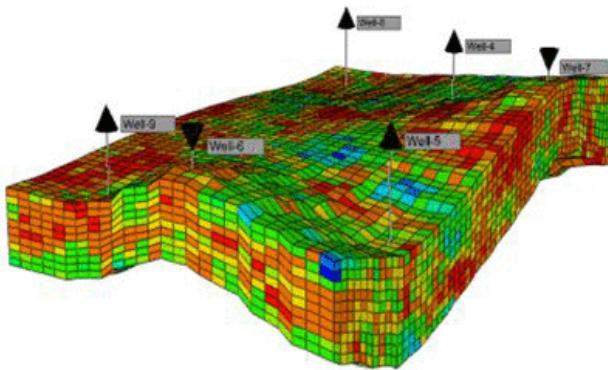
+ conservazione della massa: in assenza di "pozzi" q è costante!



Un altro esempio: la legge di Darcy



Un altro esempio: la legge di Darcy



$$\left\{ \begin{array}{l} q_1 \propto p_2 - p_1 \\ q_2 \propto p_3 - p_1 \\ \dots \\ q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0 \end{array} \right.$$

“Assemblando” queste relazioni per ogni cella ottengo un grande sistema lineare che, risolto, mi dà i valori della pressione!

GRANDE sistema lineare può significare 10^6 incognite!

Convergenza: più elementi → soluzione migliore

