

Presentazione del corso di Calcolo Numerico, canale B Ing. dell'Energia.

Alvise Sommariva

Università degli Studi di Padova
Dipartimento di Matematica Pura e Applicata

3 marzo 2021

Esistono molte definizioni di cosa sia il calcolo numerico ed in [1] ve ne è data una ampia discussione.

Tra le varie, diremo che

Il Calcolo Numerico (o Analisi Numerica) è la disciplina che sviluppa ed analizza metodi per la risoluzione di problemi della matematica e delle Scienze applicate.

Per fornire una soluzione approssimata a tali problemi, si usano algoritmi, che in questo corso implementeremo in linguaggio Matlab.

Presentazione sintetica del corso

Per capire meglio l'ambito dell'Analisi Numerica, forniamo qualche esempio.

- Si consideri l'equazione

$$x^2 - 3 \sin(x) = \log(x).$$

Non è semplice determinare quale sia un valore di x^* che risolve tale problema (ammesso ce ne sia uno).

Stessa cosa dicasi per l'equazione

$$\exp(x - 2) = \sqrt{x^2 + 1}$$

Ciò nonostante è possibile **approssimare numericamente**, se esiste, un tale x^* .

- Si desideri determinare

$$I = \int_0^1 \exp(-x^2) dx$$

Visto che non è nota una primitiva di $\exp(-x^2)$, **non possiamo utilizzare le comuni tecniche** che valutano I mediante il teorema fondamentale del calcolo integrale. Ciò nonostante **è possibile approssimare numericamente** tale quantità.

- In fluidodinamica la **correlazione di Colebrook** è un'equazione che permette di ottenere il **coefficiente di attrito di Darcy** λ di un generico fluido in tubi lisci o ruvidi.

Questo legame matematico nasce dalla combinazione di risultati empirici a studi di flusso laminare e turbolento nelle tubature e fu sviluppata nel 1939 da Colebrook e White.

L'equazione in oggetto è

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{e}{3.51d} + \frac{2.52}{N_R \sqrt{\lambda}} \right)$$

dove

- e è la scabrezza del tubo (in metri),
- d è il diametro del tubo (in metri),
- N_R è il numero di Reynolds (cf. [3]).

e non esiste in generale una soluzione esplicita del problema.

Presentazione sintetica del corso

- In ottica, per il progetto di una camera a raggi infrarossi si è interessati a calcolare l'energia emessa da un corpo nero nello spettro (infrarosso) compreso tra le lunghezze d'onda $3\mu m$ e $14\mu m$.

La risoluzione di questo problema si ottiene calcolando il valore del seguente integrale

$$I = E(T) = 2.39 \cdot 10^{-11} \int_{3 \cdot 10^{-4}}^{14 \cdot 10^{-4}} \frac{1}{x^5 \left(\exp\left(\frac{1.432}{Tx}\right) - 1 \right)} dx$$

che rappresenta l'**equazione di Plank** per l'energia, dove

- x è la lunghezza d'onda,
- T è la temperatura in gradi Kelvin del corpo nero.

Fissato T_0 , ad esempio 215, si vuole calcolare $E(T_0)$.

Nuovamente, non esistendo una primitiva esplicità dell'integranda, **non è facile valutare esattamente il valore di $E(T_0)$, mentre numericamente richiede in computer moderni una frazione di secondo**, con molte cifre decimali esatte.

In generale, come vedremo durante il corso, il calcolo numerico fornisce soluzioni approssimate a questi ed altri problemi della Matematica e delle Scienze Applicate.

Prerequisiti: Conoscenze di base di analisi matematica e di algebra lineare.

Conoscenze e abilita' da acquisire: Apprendere le basi del calcolo numerico in vista delle applicazioni in campo scientifico e tecnologico, con particolare attenzione ai concetti di

- errore,
- discretizzazione,
- approssimazione,
- convergenza,
- stabilita',
- costo computazionale.

Inoltre conseguiranno concetti fondamentali di programmazione in ambiente Matlab, anche attraverso esempi di interesse per l'analisi numerica.

Il corso e' svolto dal Prof. A. Sommariva, dal Dott. F. Piazzon, con tutor e didattica di supporto. Prevede i seguenti argomenti:

- Aritmetica di macchina e **analisi degli errori**. Stabilità e malcondizionamento.
- Metodi iterativi per la risoluzione di **equazioni nonlineari**.
- **Approssimazione ed interpolazione** polinomiale.
- **Quadratura** numerica.
- **Algebra lineare numerica**. Soluzione di sistemi lineari mediante metodi diretti ed iterativi.

Dettagli del corso: Pagina web

Nella pagina web del docente

<http://www.math.unipd.it/~alvise/didattica.html>

si possono trovare tutte le informazioni sul corso, in particolare

- i *.pdf* relativi alle slides e alle note del corso,
- video delle lezioni,
- le soluzioni agli esercizi di laboratorio e i quiz su Matlab,
- i manuali suggeriti,
- il registro delle lezioni,
- come contattare il docente,
- le istruzioni per l'esame di teoria e di laboratorio, commissione d'esame, crediti d'esame, esami previsti, esami svolti,
- questioni relative al software utilizzato,
- valutazioni della didattica.

Qualora sia utile, il corso ha anche una pagina Moodle di riferimento

<https://elearning.unipd.it/dii/course/view.php?id=2295>

A meno di successive modifiche che verranno tempestivamente comunicate, l'orario del corso sarà il seguente:

- giovedì', ore 8.30, teoria, modalità duale,
- venerdì', ore 8.30, teoria, modalità duale,
- venerdì', ore 14.30, laboratorio, modalità telematica.

Non si richiede l'acquisto di materiale didattico. Se necessario, quali testi di riferimento, si suggeriscono:

- G. Rodriguez: Algoritmi Numerici.
- K.E. Atkinson: Elementary Numerical Analysis (in inglese).
- K.E. Atkinson: An Introduction to Numerical Analysis (in inglese).
- A. Martinez, Calcolo Numerico con Matlab. Temi d'esame di laboratorio. Testi e soluzioni. Edizioni Libreria Progetto, 2017.
- Per alcune tracce di calcolo numerico, si consideri

<https://www.math.unipd.it/~marcov/studenti.html>

Dettagli del corso: Modalità d'esame

- Per superare l'esame, gli studenti devono avere un **voto sufficiente sia sulla prova di teoria che di laboratorio**.
- I voti di entrambe restano **validi per l'intero accademico**.
- La **prova di teoria** consiste in una o più domande di teoria, mentre quella di Laboratorio nell'implementazione di una o più funzioni Matlab.
- Il **voto della prova di laboratorio** (se sufficiente) produce inoltre una possibile aggiunta al voto dello scritto, se maggiore o uguale a 18, al più di due punti. Più in dettaglio si osserverà la seguente tabella:

<i>Voto teoria</i>	18 – 22	23 – 26	27 – 30
$V \in [18, 26]$	V	$V + 1$	$V + 2$
27	26	27	28
28	27	28	29
29	28	29	30
30	28	29	30

- Il 30 e lode, viene conseguito qualora i voti siano di almeno 30 trentesimi in entrambe le prove.
- Dipendentemente dalla crisi sanitaria, gli esami saranno fatti in presenza o in modalità telematica.

Dettagli del corso: Modalità d'esame

La seguente lista degli esami e' indicativa, e potrebbe essere modificata dal docente. La modalita' (in presenza o per via telematica) puo' variare durante la sessione.

- Teoria (I): 15/06/2021, P3 (aule Paolotti), ore 14.30,
- Laboratorio (I): 18/06/2021, TALIERCIO - EX FIAT, ore 08.30
- Teoria (II): 01/07/2021, P1 (aule Paolotti), ore 14.30,
- Laboratorio (II): 02/07/2021, TALIERCIO - EX FIAT, ore 08.30
- Teoria (III): 16/09/2021, LU 3 (aule Luzzatti), ore 14.30,
- Laboratorio (III): 17/09/2021, TALIERCIO - EX FIAT, ore 08.30

Le date della sessione invernale non sono ancora state fissate.

Orario ricevimento (durante le lezioni del corso): Il ricevimento verrà effettuato mediante Zoom come evidenziato nel calendario settimanale del corso.

Dopo la fine del corso, si contatti via email il docente.

- Numero di telefono: 049-8271350
- Indirizzo: Torre Archimede, stanza 427, Via Trieste 63, 35121 Padova
- e-mail: `alvise at math.unipd.it`, (sostituire "at" con "@")

Ingegneria dell'Energia:

- Soddisfazione: media 7.94, mediana 8.00
- Azione didattica: media 8.06, mediana 8.00
- Organizzazione: media 7.94 mediana 8.00
- Organizzazione online: media 7.65, mediana 8.00

Ingegneria meccanica:

- Soddisfazione: media 7.30, mediana 7.50
- Azione didattica: media 7.53, mediana 7.75
- Organizzazione: media 7.83, mediana 8.00
- Organizzazione online: media 8.31, mediana 8.50

Bibliografia I



L.N. Trefethen, **The definition of numerical analysis.**

http://people.maths.ox.ac.uk/trefethen/publication/PDF/1992_55.pdf



Wikipedia, **Equazione di Colebrook,**

https://it.wikipedia.org/wiki/Equazione_di_Colebrook



Wikipedia, **Numero di Reynolds,**

https://it.wikipedia.org/wiki/Numero_di_Reynolds