

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

Alvise Sommariva

Università degli Studi di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura e Applicata

21 febbraio 2020

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.

## Presentazione sintetica del corso

- In fluidodinamica la **correlazione di Colebrook** è un'equazione che permette di ottenere il **coefficiente di attrito di Darcy**  $\lambda$  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.

## Dettagli del corso

### (Conoscenze)

*Prerequisiti:* Conoscenze di base di analisi matematica.

*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.

### (Argomenti del corso)

*Il corso 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.

(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,*
- *le soluzioni agli esercizi di laboratorio,*
- *i testi suggeriti,*
- *il registro delle lezioni,*
- *le istruzioni per l'esame di teoria e di laboratorio,*
- *come contattare il docente,*
- *i manuali suggeriti.*

### (Testi di riferimento)

*Quali testi di riferimento, si suggeriscono:*

- *Quarteroni-Saleri: Introduzione al Calcolo scientifico. Esercizi e problemi risolti con Matlab.*
- *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>

### (Modalità d'esame)

*Relativamente all'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 in trentesimi della prova di Laboratorio</i>	<i>18-22</i>	<i>23-26</i>	<i>27-30</i>
<i>Aggiunta al voto in trentesimi della prova di teoria</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>

### (Modalità d'esame)

*Date esame (da confermare):*

- *Lunedì 17/06/2019, 11:00-13:30, Taliercio, Ex Fiat,*
- *Mercoledì 19/06/2019, 09:00-12:00, LU3-LU4, Aule di Via Luzzatti,*
- *Martedì 09/07/2019, 09:00-12:00, P2-P3 Complesso Paolotti,*
- *Mercoledì 10/07/2019, 13:00-16:00, Taliercio, Ex Fiat,*
- *Lunedì 16/09/2019, 11:00-13:30, Taliercio, Ex Fiat,*
- *Mercoledì 18/09/2019, 09:00-12:00, P1 Complesso Paolotti.*

*Le date della sessione invernale non sono ancora state fissate.*

### (Ricevimento)

*Orario ricevimento (durante le lezioni del corso):*

- *Lunedì dalle 10.30 alle 14.15.*
- *Martedì dalle 11.30 alle 14.15.*

*nel suo studio in Torre Archimede (quarto piano).*

*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 "@")*

# Bibliografia I



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

[http://people.maths.ox.ac.uk/trefethen/publication/PDF/1992\\_55.pdf](http://people.maths.ox.ac.uk/trefethen/publication/PDF/1992_55.pdf)



Wikipedia, **Equazione di Colebrook,**

[https://it.wikipedia.org/wiki/Equazione\\_di\\_Colebrook](https://it.wikipedia.org/wiki/Equazione_di_Colebrook)



Wikipedia, **Numero di Reynolds,**

[https://it.wikipedia.org/wiki/Numero\\_di\\_Reynolds](https://it.wikipedia.org/wiki/Numero_di_Reynolds)