



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## MATHEMATICAL PHYSICS FOR GEOSCIENCES

MARCO POLINI

Anno accademico 2023/24  
CdS EXPLORATION AND APPLIED  
GEOPHYSICS  
Codice 429BB  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
MATHEMATICAL PHYSICS FIS/03 FOR GEOSCIENCES		LEZIONI	48	MARCO POLINI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Alla fine del corso lo studente sarà in grado di dimostrare una conoscenza generale di: i) formalismo matematico delle funzioni a più variabili; ii) fondamenti di analisi tensoriale; iii) equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Nell'esame finale allo studente verrà chiesto di risolvere semplici esercizi e/o di discutere gli argomenti presentati a lezione.

#### *Capacità*

Alla fine del corso lo studente sarà in grado di applicazione il formalismo matematico insegnato a lezione in vari contesti quali elettrostatica, equazioni d'onda e meccanica del continuo.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Durante l'esame finale, allo studente verrà richiesto di risolvere alcuni semplici esercizi e/o di discutere gli argomenti presentati a lezione.

#### *Comportamenti*

N/A

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

N/A

#### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenza dell'analisi di base: calcolo differenziale ed integrale a singola variabile.

#### Indicazioni metodologiche

Lezioni frontali con qualche esercitazione pratica alla lavagna.

#### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Part 1: **Linear Algebra**. Scalars, vectors, and tensors. Basic operations with vectors: quick reminder. Linear applications. Matrix algebra. Change of coordinates. Isometries. Tensors in physics: the case of the strain tensor. Visualization of the strain tensor. Invariants. Diagonalization of a matrix. Connection with the invariants. The vector product. The Levi-Civita tensor and the Kronecker delta. Flux through an area.

Part 2: **Ordinary differential equations**. Classical motion under gravity and friction. Laminar regime: Stokes drag. Rayleigh drag. The Malthus and Verhulst growth laws. The 1D harmonic oscillator. The 1D damped harmonic oscillator. The 1D undamped and forced harmonic oscillator. The method of variation of parameters. The method of undetermined coefficients. Beats. Resonant behavior. The 1D damped and forced harmonic oscillator. Constant force. Simple periodic forcing. The case of a general external force: the superposition principle. General periodic forcing: the Fourier series. Fully general forcing: the Fourier transform. The Green's function.

Part 3: **Partial differential equations**. Prelude: multivariable calculus. Partial derivatives, gradients, and the Jacobian matrix. The multivariable chain rule. Extrema of multivariable functions: the Hessian and the Taylor expansion for multivariable functions. Curl and divergence. Stationary



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

points of a function of two variables. Second-order Taylor expansion. Coulomb potential. Landau gauge. The 1D d'Alembert equation. The d'Alembert solution (free space and no external forces). Boundary conditions: separation of variables, normal modes, and standing waves.

### Bibliografia e materiale didattico

Testi consigliati

- N.S.Piskunov "Calcolo Differenziale ed Integrale" – 2010 – Editori Riuniti.
- J.Stewart "Essential calculus: early transcendentals" – 2012 – Brooks Cole.
- Ulteriore materiale didattico verrà fornito durante le lezioni.

### Indicazioni per non frequentanti

La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

### Modalità d'esame

Esame orale.

*Ultimo aggiornamento 14/08/2023 07:06*