

## Fisica Generale II

(9 CFU – docente: Alessandro Cianchi)

### Obiettivi dell'insegnamento:

Acquisizione di conoscenze dell'elettromagnetismo nel vuoto e nella materia, ivi compresi i fenomeni di induzione elettromagnetica, la propagazione della corrente nei conduttori, i motori elettrici e la propagazione di onde elettromagnetiche. Il corso inoltre propone conoscenze introduttive alla statistica, compresa l'analisi degli errori (\*conoscenza e capacità di comprensione\*). Capacità di risolvere esercizi in ciascuno degli argomenti elencati (\*capacità di applicare conoscenza e comprensione\*). Il corso contribuisce ad accrescere la capacità di giudizio dello studente nel riconoscere i dati sensibili di un problema (\*autonomia di giudizio\*). Inoltre, aumenta le capacità comunicative dello studente, esigendo una esposizione delle tematiche del corso in termini rigorosamente scientifici (\*abilità comunicative\*). Infine, il corso sollecita le capacità di apprendimento dello studente stimolandolo ad usare più manuali e più fonti per raggiungere una migliore consapevolezza della materia (\*capacità di apprendimento\*).

### Prerequisiti:

Necessarie le competenze acquisite in Fisica Generale I.

**Metodi di insegnamento:** A distanza. Il corso è erogato utilizzando la piattaforma di didattica online Moodle disponibile al link: <http://iol.uniroma2.it/moodle/>. Le lezioni sono erogate attraverso l'utilizzo di strumenti multimediali quali filmati video disponibili sulla piattaforma Moodle. Questi filmati sono realizzati a partire da slide animate delle lezioni, con commento audio sincronizzato. Includono inoltre molti contenuti multimediali, per spiegare meglio gli argomenti del corso. Il docente procede all'inserimento delle lezioni non tutte insieme ma settimana per settimana. In questo modo controlla il file di log verificando l'effettiva applicazione degli studenti alle lezioni del corso, monitorando le attività dei singoli e stimolando i meno attivi. Gli studenti sono invitati a partecipare inoltre ai forum di discussione aperti dal docente sui principali argomenti delle singole lezioni.

**Metodi di valutazione:** Scritto e Orale. La prova scritta tipicamente ha una durata di 3 ore a cui segue nella medesima giornata o in un giorno successivo la prova orale in caso di esito positivo di quella scritta.

### Contenuti (programma):

Cariche elettriche. Isolanti e conduttori. La legge di Coulomb. Campo elettrostatico. Campo elettrostatico prodotto da una distribuzione continua di cariche. Linee di forza del campo elettrostatico. Lavoro della forza elettrica. Calcolo del potenziale elettrostatico. Energia potenziale elettrostatica. Il campo come gradiente del potenziale. Superfici equipotenziali. Il dipolo elettrico. La forza su un dipolo elettrico. Flusso del campo elettrostatico. Legge di Gauss. Alcune applicazioni e conseguenze della legge di Gauss. La divergenza del campo elettrostatico.

Conduttori in equilibrio. Conduttore cavo. Schermo elettrostatico. Strato piano. Discontinuità del campo elettrico. Condensatori. Collegamento di condensatori. Energia del campo elettrostatico. Dielettrici. La costante dielettrica. Polarizzazione dei dielettrici. Vettore induzione dielettrica e intensità di polarizzazione. Conduzione elettrica. Corrente elettrica stazionaria. Legge di Ohm. Modello classico della conduzione elettrica. Resistori in serie e parallelo. Forza elettromotrice. Circuiti elettrici, leggi di Kirchhoff. Teorema di Thevenin. Circuiti in regime quasi-stazionario.

Campo magnetico. Forza magnetica su una carica in moto. Forza magnetica su un conduttore percorso da corrente. Momenti meccanici su circuiti piani. Moto di una particella carica in un campo magnetico  $B$ . Campo magnetico prodotto da una corrente. Calcoli di campi magnetici prodotti da circuiti particolari. Azioni elettrodinamiche tra fili percorsi da corrente. Legge di Ampere. Divergenza del vettore induzione magnetica. Diamagneti, paramagneti e ferromagneti: il vettore magnetizzazione. Circuiti magnetici. Legge di Faraday dell'induzione elettromagnetica. Origine del campo elettrico indotto e della f.e.m. indotta. Applicazioni della legge di Faraday. Corrente di spostamento. Autoinduzione ed induzione mutua. Le equazioni di Maxwell in forma differenziale.

Metodo simbolico, sviluppo in serie di Fourier. Circuiti in corrente alternata, filtri. Circuiti RC e RL. Circuiti RLC. Risonanza. Potenza. Legge di Galileo Ferraris. Elementi circuitali ideali e reali. Trasformatori, dinamo e alternatori.

Trasformazioni di Lorentz, velocità della luce. Contrazione delle lunghezze e dilatazioni dei tempi. Relazione tra campi elettrici e magnetici.

Le onde elettromagnetiche. L'equazione delle onde. Il vettore di Poynting. Perpendicolarità di E e B in una onda elettromagnetica. Onde sinusoidali, piane e sferiche. Potenza irradiata da una carica in moto, formula di Larmor. Linea di trasmissione.

Errore di misura, Probabilità, Variabili aleatorie discrete e continue. La covarianza. Distribuzione Binomiale e Poissoniana. La legge dei grandi numeri. Distribuzione normale. Il campionamento. Propagazione degli errori. Metodo della massima verosimiglianza. Il metodo dei minimi quadrati. Gli strumenti di misura.

**Didattica interattiva:**

Durante il corso sono previste attività di didattica interattiva (DI) oltre alla didattica erogata (DE) secondo le linee guida ANVUR. Agli studenti è richiesto in particolare di partecipare attivamente a web forum (discussioni su esercizi o su parti della teoria, spiegazioni aggiuntive sulle dimostrazioni del corso). Molta parte dell'interazione avviene anche per e-mail. Anche se questo strumento è deprecato dal docente perché non veicola le informazioni a tutti, ciò nonostante alcuni preferiscono comunque esporre le loro domande solo al docente, probabilmente per un problema di timidezza o per vergogna del giudizio altrui. Alla didattica interattiva sono dedicate almeno 9 ore, ovvero minimo 1 ora per ogni CFU del corso. Nello specifico sono previste le seguenti e-tivity: svolgimento a titolo individuale di esercizi su indicazione del docente. Il docente fornisce quindi la soluzione degli esercizi svolti e la correzione agli studenti.

## Physics II

(9 Credits – instructor: Alessandro Cianchi)

### Aim of the Course:

Acquisition of knowledge of electromagnetism in vacuum and in matter, including the phenomena of electromagnetic induction, the propagation of current in conductors, electric motors and the propagation of electromagnetic waves. The course also offers introductory knowledge of statistics, including error analysis and propagation (\*knowledge and understanding \*). Ability to solve exercises in each of the listed topics (\*Applying knowledge and understanding\*). The course contributes to increasing the student's ability to judge in recognizing the sensitive data of a problem (\*Making judgements \*). Furthermore, it increases the student's communication skills, requiring an exposition of the course topics in strictly scientific terms (\*Communication skills\*). Finally, the course solicits the student's learning abilities stimulating him to use more manuals and more sources to reach a better awareness of the subject (\*Learning skills \*).

### Prerequisites:

Necessary skills acquired in General Physics I.

**Teaching methods:** Online teaching. The course is taught using the Moodle e-learning platform available at the link: <http://iol.uniroma2.it/moodle/>. Lessons are delivered through the use of multimedia tools, such as video-files available on the Moodle platform, which integrate the material made available by the instructors in the form of presentations/lecture slides, including comments on them. Students are also invited to participate in the discussion forums opened by the instructors on the main topics of the individual lessons.

**Examination procedures:** Written and Oral.

### Contents:

electric charges. Insulators and conductors. Coulomb's law. electrostatic field. electrostatic field produced by a continuous distribution of charges. of the electrostatic field lines. the electric force work. Calculation of electrostatic potential. Electrostatic potential energy. The field as gradient of potential. equipotential surfaces. The electric dipole. The strength of an electric dipole. Flow of the electrostatic field. Gauss' law. Some applications and implications of Gauss' law. The divergence of the electrostatic field.

Conductors in equilibrium. electrostatic shield. Discontinuity of the electric field. Capacitors. Connection of capacitors. the electrostatic field energy. Dielectrics. The dielectric constant. Polarization of dielectrics. induction vector of dielectric polarization and intensity.

electrical conduction. stationary electric current. Ohm's law. classical model of electrical conduction. Resistors in series and parallel. Electromotive force. Electric circuits, Kirchhoff's laws. Thevenin's theorem. Circuits in quasi-stationary regime.

Magnetic field. Magnetic force on a moving charge. Magnetic force on a current-carrying conductor. mechanical moments of plans circuits. Motion of a charged particle in a magnetic field  $B$ . The magnetic field produced by a current. Calculations of magnetic fields produced by particular circuits. electrodynamic actions between current-carrying wires. Ampere's law. Divergence of the magnetic induction vector. Diamagnetics, paramagnetic and ferromagnets: the magnetization. Magnetic circuits.

Faraday's law of electromagnetic induction. Origin of the induced electric field and e.m.f. induced. Applications of Faraday's Law. displacement current. Self-inductance and mutual inductance. Maxwell's equations in differential form.

symbolic method, Fourier series. Alternating current circuits, filters. RC and RL circuits. RLC circuits. Resonance. Power. Galileo Ferraris law. Ideal and real circuit elements. Transformers, generators and alternators.

Lorentz transformations, the speed of light. Length contraction and dilation of time. Relationship between electric and magnetic fields.

The electromagnetic waves. The wave equation. The Poynting vector. Perpendicularity of E and B in an electromagnetic wave. Sinusoidal waves, plane and spherical. radiated power from a moving charge, Larmor formula. Transmission line.

Measurement error, Probability, Discrete and continuous random variables. Covariance. Binomial and Poissonian distributions. The law of large numbers. Normal distribution. Sampling. Propagation of errors. Maximum likelihood method. The least squares method. Measurement instruments.

**Interactive teaching:**

During the course, interactive teaching activities are provided, according to the ANVUR guidelines. Students are required in particular to actively participate in web forums (discussions on exercises or parts of the theory, additional explanations). Much of the interaction takes place also by e-mail. Although this tool is deprecated by the teacher because it does not convey information to everyone, nevertheless some prefer to expose their questions only to the teacher, probably due to a problem of shyness or shame of the judgment of others. At least 9 hours are dedicated to interactive teaching, or at least 1 hour for each ECTS (credit) in the course. Specifically, the following e-tivity are provided: individual solution of exercises on the instruction of the teacher. The teacher then provides the solutions to the exercises performed and the corrections to the students.