

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

FISICA GENERALE 2

GENERAL PHYSICS 2

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	CHIMICA
Codice	8068094	Canale	Unico
CFU	9	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

GIOVANNI ROMANELLI

CODOCENTE

MATTEO LORENZINI

Modulo: Esercitazione

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: L'insegnamento si propone di fornire allo/a studente parte delle conoscenze di base di ambito fisico, in particolare in relazione alla comprensione dei principi fondamentali dell'elettromagnetismo classico e dell'ottica geometrica ed ondulatoria. Tale comprensione di base dei fenomeni elettromagnetici viene inquadrata nell'ambito di varie tecniche sperimentali utilizzate in Chimica (tra cui la spettroscopia di massa, l'elettrochimica, le microscopie, ed il riconoscimento di proprietà molecolari e strutturali) e serve da fondamento logico alle moderne teorie chimiche per apprezzarne gli aspetti quantitativi. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: Si richiede la comprensione e la memorizzazione delle leggi di base dell'elettromagnetismo (Equazioni di Maxwell in forma integrale), e si richiede la comprensione dei fenomeni elettromagnetici ed ottici ad esse collegate, unitamente alla capacità di applicare tali equazioni a problemi e situazioni pratiche che lo/la studente può trovarsi ad affrontare. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE: Si richiede che lo/la studente sia in grado di affrontare problemi di elettromagnetismo e di ottica, anche non direttamente trattati nel corso, riconducendoli ai concetti di base trattati nell'insegnamento, riconoscendo gli ambiti di applicabilità delle equazioni di Maxwell e delle leggi ad esse collegate.
-----------------	--

	AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Lo/la studente deve essere in grado di motivare l'utilizzo di teoremi ed equazioni nella descrizione di un fenomeno legato all'elettromagnetismo e all'ottica, anche creando collegamenti tra argomenti con carattere di interdisciplinarietà tra la Fisica e la Chimica. ABILITÀ COMUNICATIVE: Lo/la studente deve saper illustrare gli argomenti del corso, utilizzando un linguaggio scientifico rigoroso e specifico, riuscendo a mettere in evidenza il flusso del ragionamento e le implicazioni di causa-effetto che collegano, per esempio, l'osservazione di un fenomeno di elettromagnetismo e ottica con la sua descrizione quantitativa. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Lo/la studente deve dimostrare un avanzamento, rispetto al corso di fisica precedente, di conoscenze e capacità di comprensione nel campo della Fisica, anche mediante libri di testo più avanzati.
English	LEARNING OUTCOMES: <i>The course aims to provide students with part of the basic physical knowledge, in particular in relation to the understanding of the fundamental principles of classical electromagnetism and geometric and wave optics. This basic understanding of electromagnetic phenomena is framed within various experimental techniques used in chemistry (including mass spectroscopy, electrochemistry, microscopies, and the characterization of molecular and structural properties) and serves as a rationale for modern theories in Chemistry, to appreciate their quantitative aspects.</i> KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>The understanding and memorization of the basic laws of electromagnetism (Maxwell's equations in integral form) is required, as well as the understanding of the associated electromagnetic and optical phenomena, together with the ability to apply these equations to practical problems and situations that a student in Chemistry may be exposed to.</i> APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>The student is required to be able to deal with problems of electromagnetism and optics, even if not directly covered in the course, by tracing them back to the basic concepts covered in the course, recognizing the areas of applicability of Maxwell's equations and associated laws.</i> MAKING JUDGEMENTS: <i>The student must be able to motivate the use of theorems and equations in the description of a phenomenon linked to electromagnetism and optics, also creating connections between topics with an interdisciplinary character between Physics and Chemistry.</i>

	COMMUNICATION SKILLS: <i>The student must be able to illustrate the topics of the course, using rigorous and specific scientific language, managing to highlight the flow of reasoning and the cause-effect implications that connect, for example, the observation of a phenomenon of electromagnetism and optics with its quantitative description.</i> LEARNING SKILLS: <i>The student must demonstrate an advancement, with respect to the previous Physics course, of knowledge and understanding in the field of physics, also through more advanced textbooks.</i>
--	---

PREREQUISITI

Italiano	L'insegnamento richiede conoscenze di base di Analisi e Geometria, tra cui i concetti di limite, derivata ed integrale, e la trigonometria. L'insegnamento richiede inoltre conoscenze di Fisica Generale tra cui il moto del punto materiale, le nozioni di energia cinetica ed energia potenziale, lavoro delle forze. Viene infine richiesta la padronanza su operazioni tra vettori, tra cui prodotto vettoriale e prodotto scalare.
<i>English</i>	<i>The teaching course requires basic knowledge of Analysis and Geometry, including the concepts of limit, derivative and integral, and trigonometry.</i> <i>The teaching course also requires knowledge of General Physics including the motion of the material point, the notions of kinetic energy and potential energy, work of forces.</i> <i>Finally, mastery of operations between vectors, including vector product and scalar product, is required.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	PRIMA PARTE - FENOMENI ELETTRICI (20 ore) Legge di Coulomb e Campo Elettrico. Dipolo elettrico. Linee di campo e criterio di Faraday. Teorema di Gauss e sue applicazioni. Campo di una filo infinito carico. Campo di una lastra infinita carica. Esperimento di Millikan. Moto di una carica in un campo uniforme. Materiali conduttori e isolanti. Campo elettrico all'interno della sfera isolante e della sfera conduttrice. Lavoro della forza elettrica, energia potenziale e potenziale elettrico. Cariche indotte. Condensatore piano e sua capacità. Capacità di un condensatore cilindrico e sferico. Energia di un condensatore. Energia del campo elettrostatico. Condensatore con dielettrico. Energia di un dipolo in un campo elettrico. Trattazione microscopica del dielettrico.
-----------------	---

	SECONDA PARTE - CIRCUITI RESISTIVI E CAPACITIVI (12 ore) Corrente elettrica, densità di corrente e velocità di deriva. Resistenza, resistività e conducibilità elettriche. Resistori e legge di Ohm. Generatore di tensione e potenza erogata ad un circuito elettrico. Effetto Joule. Leggi di Kirchhoff. Resistenze in serie e parallelo. Capacità in serie e parallelo. Carica e scarica di condensatori e circuiti RC. TERZA PARTE - MAGNETISMO (12 ore) Campo magnetico. Forza di Lorentz. Campi incrociati: Effetto Hall ed esperimento di Thomson. Spettrometro di massa. Moto circolare delle particelle cariche nel campo magnetico. Il ciclotrone. Forza magnetica su un filo percorso da corrente. Momento torcente su una spira in un campo elettrico. Momento di dipolo magnetico di una spira. Campo magnetico generato da una corrente. Legge di Biot-Savart. Forze tra fili percorsi da corrente. Teorema di Ampere. Campi magnetici solenoidale e toroidale. Calcolo del campo magnetico di una spira ed approssimazione di dipolo. Legge di Faraday-Lenz. Forza elettromotrice indotta. Cenni su magnetismo nella materia. QUARTA PARTE - CIRCUITI INDUTTIVI (18 ore) Forza frenante in un circuito in moto in un campo magnetico. Autoinduzione. Induttanza. Circuito RL. Energia immagazzinata in un solenoide e densità di energia magnetica. Circuito LC e frequenza caratteristica. Legge di Maxwell-Ampere. Corrente di spostamento. Campi magnetici ed elettrici variabili nella carica del condensatore. Circuiti RLC con oscillazioni libere, smorzate e forzate. Condizioni di risonanza nei circuiti RLC. Fase ed impedenza. Potenza istantanea e media e corrente quadratica media in corrente alternata. Potenza in un circuito in corrente alternata espressa come valori quadratici medi e fase. Tensione e corrente nei rami primario e secondario di un trasformatore, resistenza equivalente. QUINTA PARTE - ONDE ELETTROMAGNETICHE E OTTICA (10 ore) Equazioni di Maxwell nel vuoto. Equazioni d'onda. Velocità della luce nel vuoto. Velocità della luce nella materia. Spettro della radiazione elettromagnetica. Vettore di Poynting. Polarizzazione della luce e filtri. Legge di Malus per la polarizzazione. Riflessione e rifrazione attraverso una superficie, legge di Snell. Angolo critico e riflessione interna totale. Specchi piani e sferici. Posizione dell'oggetto e dell'immagine, e punti focali. Ingrandimento. Lenti sottili convergenti e divergenti. Posizione dell'immagine reale e virtuale, centri di curvatura e punti focali. Ingrandimento. Principio di Huygens. Lunghezza d'onda, velocità e frequenza in un mezzo. Diffrazione da singola fenditura (cenni). Interferenza da doppia fenditura. Esperimento di Young. Interferenza da membrane sottili. Diffrazione da cristalli di Bragg.
English	FIRST PART - ELECTRICAL PHENOMENA (20 hours) <i>Coulomb's law and electric field. Electric dipole. Field lines and Faraday criterion. Gauss theorem and its applications. Field of an infinite charged wire. Field of an infinite charged plate. Millikan's experiment. Motion of a charge in a uniform field. Conductive and insulating materials. Electric field inside the insulating sphere and the conducting sphere. Work of the electric force, potential energy and electric potential. Induced charges. Flat capacitor and its capacity. Capacitance of a cylindrical and spherical capacitor. Energy of a capacitor. Energy</i>

	<i>of the electrostatic field. Capacitor with dielectric. Energy of a dipole in an electric field. Microscopic treatment of the dielectric.</i> SECOND PART - RESISTIVE AND CAPACITIVE CIRCUITS (12 hours) <i>Electric current, current density and drift velocity. Electrical resistance, resistivity and conductivity. Resistors and Ohm's law. Voltage generator and power supplied to an electrical circuit. Joule effect. Kirchhoff's laws. Resistors in series and parallel. Series and parallel capacity. Charge and discharge capacitors and RC circuits.</i> THIRD PART - MAGNETISM (12 hours) <i>Magnetic field. Lorentz force. Crosstabs: Hall effect and Thomson experiment. Mass spectrometer. Circular motion of charged particles in the magnetic field. The cyclotron. Magnetic force on a current carrying wire. Torque on a coil in an electric field. Magnetic dipole moment of a loop. Magnetic field generated by a current. Biot-Savart law. Forces between current-carrying wires. Ampere's theorem. Solenoid and toroidal magnetic fields. Calculation of the magnetic field of a loop and dipole approximation. Faraday-Lenz law. Induced electromotive force. Notes on magnetism in matter.</i> FOURTH PART - INDUCTIVE CIRCUITS (18 hours) <i>Braking force in a circuit moving in a magnetic field. Self-induction. Inductance. RL circuit. Energy stored in a solenoid and magnetic energy density. LC circuit and characteristic frequency. Maxwell-Ampere law. Displacement current. Variable magnetic and electric fields in the charging of the capacitor. RLC circuits with free, damped and forced oscillations. Resonance conditions in RLC circuits. Phase and impedance. Instantaneous and average power and root mean square current in alternating current. Power in an alternating current circuit expressed as mean quadratic values. and phase. Voltage and current in the primary and secondary branches of a transformer, equivalent resistance.</i> FIFTH PART - ELECTROMAGNETIC WAVES AND OPTICS (10 hours) <i>Maxwell's equations in vacuum. Wave equations. Speed of light in vacuum. Speed of light in matter. Spectrum of electromagnetic radiation. Poynting vector. Polarization of light and filters. Malus' law for polarization. Reflection and refraction through a surface, Snell's law. Critical angle and total internal reflection. Flat and spherical mirrors. Position of the object and image, and focal points. Magnification. Thin converging and diverging lenses. Real and virtual image position, centers of curvature and focal points. Magnification. Huygens principle. Wavelength, speed and frequency in a medium. Single slit diffraction (outline). Double-slit interference. Young's experiment. Interference from thin membranes. Diffraction from Bragg crystals.</i>
--	---

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, "FONDAMENTI DI FISICA" - Casa Editrice Ambrosiana Mazzoldi, Nigro, Voci: "Elementi di Fisica, elettromagnetismo - onde" - Edises
-----------------	--

English	D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, "FONDAMENTI DI FISICA" - Casa Editrice Ambrosiana Mazzoldi, Nigro, Voci: "Elementi di Fisica, elettromagnetismo - onde" - Edises
---------	---

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Il corso prevede lezioni frontali tenute in aula per un totale di 80 ore suddivise in 56 ore di teoria e 24 di esercitazioni. Durante le esercitazioni verranno illustrate le principali tecniche per la soluzione dei problemi e si svolgeranno esercizi analoghi a quelli proposti nelle prove di esame. Le esercitazioni possono prevedere alcuni esperimenti dimostrativi.
English	The course includes lectures held in the classroom for a total of 80 hours: 56 hours dedicated to theory and 24 hours to tutorials. During the tutorials the main techniques for solving problems will be illustrated and exercises similar to those proposed in the exam will be solved. The tutorials may include some demonstration experiments.

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	Le lezioni frontali non hanno obbligo di frequenza (per quanto la frequenza sia fortemente consigliata).
English	Lectures attendance is not mandatory (although the attendance is strongly recommended).

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

☒ Prova scritta ☒ Prova orale ☐ Prova di laboratorio ☐ Prova pratica

☐ Valutazione in itinere ☐ Valutazione di progetto ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Giovanni Romanelli, Matteo Lorenzini, Mattia Gaboardi

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	Prova scritta:
----------	----------------

	Verifica del livello di conoscenza degli argomenti svolti attraverso la risoluzione di esercizi. La prova è valida per l'ammissione alla prova orale e si intende superata con una votazione di 15/30. La prova scritta è strutturata in tra problemi, la corretta risoluzione di ciascuno dei quali contribuisce a 10/30. Ogni problema è ulteriormente diviso in domande alle quali è associato il punteggio. Prova orale: Colloquio orale volto alla verifica del livello di conoscenza degli argomenti svolti. La valutazione finale è unica ed è espressa in trentesimi. Durante la prova orale la commissione chiede allo studente di esporre alcuni argomenti trattati a lezione. Per superare l'esame è necessario: - dimostrare di aver appreso gli argomenti trattati a lezione; - saper utilizzare il formalismo matematico corretto. In particolare, per ottenere la sufficienza è indispensabile conoscere: - le forze di natura elettrica e magnetica; - semplici configurazioni di campo elettrico e di campo magnetico; - i materiali conduttori e le loro proprietà; - i principi dell'ottica geometrica. Graduazione dei voti per la prova orale: 18-21, lo studente ha acquisito i concetti di base della disciplina, modo di esprimersi e linguaggio sufficientemente corretti e appropriati. 22-25, lo studente ha acquisito in maniera approfondita i concetti di base della disciplina, ed è adeguatamente in grado di effettuare i collegamenti fra le varie materie. Presenta linearità nella strutturazione del discorso. Il linguaggio è appropriato e corretto. 26-29, lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e ben strutturato. È in grado di applicare e rielaborare in maniera autonoma, senza alcun errore, le conoscenze acquisite. Evidenzia ricchezza di riferimenti e capacità logico-analitiche con un linguaggio fluido, appropriato e vario. 30 e 30 e lode, lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e approfondito. Sa applicare conoscenze a casi e problemi complessi ed estenderle a situazioni nuove. I riferimenti culturali sono ricchi e aggiornati. Si esprime con brillantezza e perfetta proprietà di linguaggio.
English	<i>Written test:</i> <i>verification of the level of knowledge of the topics studied through the solution of exercises. The test is valid for admission to the oral exam and is considered passed with a vote of 15/30.</i>



Oral exam:

oral interview aimed at verifying the level of knowledge of the topics studied.

The final evaluation is unique and is expressed in thirtieths.

During the oral exam, the student is asked to present some topics covered in class.

To pass the exam it is necessary:

- to demonstrate understanding of the topics of the course;*
- to know how to use the correct mathematical formalism.*

In particular, the minimal skills require knowledge of:

- electrical and magnetic forces;*
- simple configurations of electric and magnetic fields;*
- conductive materials and their properties;*
- the principles of geometrical optics.*

Graduation of marks for the oral exam:

18-21, the student has acquired the basic concepts of the discipline, mode of expression and language are sufficiently correct and appropriate.

22-25, the student has acquired in depth the basic concepts of the discipline, and is adequately able to make the connections between the various subjects. Linear in the structuring of speech. The language is appropriate and correct.

26-29, the student has a complete and well-structured set of knowledge. He/she is able to independently apply and re-elaborate the acquired knowledge without any errors. Highlights a wealth of references and logical-analytical skills with a fluid, appropriate and varied language.

30 and 30 cum laude, the student has a complete and in-depth knowledge base. He/She knows how to apply knowledge to complex cases and problems and extend it to new situations. The cultural references are rich and up-to-date. He/she expresses itself with brilliance and perfect language properties.