

OTTICA E OPTOMETRIA (LB24)

(Lecce - Università degli Studi)

Insegnamento FISICA II

GenCod A004612

Docente titolare Pantaleo Davide
COZZOLI

Insegnamento FISICA II

Insegnamento in inglese PHYSICS II

Settore disciplinare FIS/01

Corso di studi di riferimento OTTICA E
OPTOMETRIA

Tipo corso di studi Laurea

Crediti 8.0

Ripartizione oraria Ore Attività frontale: 72.0

Per immatricolati nel 2022/2023

Erogato nel 2023/2024

Anno di corso 2

Lingua ITALIANO

Percorso PERCORSO
GENERICO/COMUNE

Sede Lecce

Periodo Primo Semestre

Tipo esame Orale

Valutazione Voto Finale

Orario dell'insegnamento

<https://easyroom.unisalento.it/Orario>

BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Il corso propone un'ampia e rigorosa panoramica dei fenomeni elettrici e magnetici nel vuoto e nella materia, inquadrati nell'elettromagnetismo classico come "teoria di campo", ed offre un approccio metodologico alla risoluzione dei relativi problemi. Allo scopo il programma è integrato da esercizi che permettono di comprendere le diversificate applicazioni delle nozioni teoriche proposte.

Il corso esordisce con l'introduzione del concetto di "campo" in fisica, richiamando gli strumenti matematici necessari alla rappresentazione e caratterizzazione delle proprietà di campi vettoriali conservativi e solenoidali. Vengono fornite le nozioni di campo elettrico, potenziale elettrico e densità di energia del campo, per mezzo dei quali vengono analizzate le proprietà di sistemi di cariche statiche (distribuzioni allocate nel vuoto, su conduttori in equilibrio, inclusi condensatori, ed in mezzi dielettrici). Vengono trattati i fenomeni relativi al passaggio di corrente elettrica in conduttori ohmici e si forniscono gli strumenti per l'analisi di circuiti capacitivi in regime stazionario e quasi-stazionario. Si fornisce il concetto di campo magnetico e si descrivono le leggi che governano i fenomeni magnetostatici. Si tratta il fenomeno dell'induzione elettromagnetica e si analizzano le relazioni tra campi elettrici e magnetici nel dominio del tempo. Si effettua l'analisi di circuiti induttivi in regime stazionario e quasi-stazionario. Infine, dalle equazioni di Maxwell si deducono l'esistenza e le principali proprietà delle onde elettromagnetiche nel vuoto.

PREREQUISITI

Si richiede la conoscenza di nozioni di: geometria euclidea, trigonometria, algebra ed analisi vettoriale, calcolo differenziale ed integrale con funzioni di una sola variabile. Si richiede il superamento dell'esame di Fisica 1.

OBIETTIVI FORMATIVI

Dopo il corso lo studente dovrebbe dimostrare di:

Conoscenze e comprensione: aver assimilato i concetti fondamentali dell'elettromagnetismo classico ed il relativo approccio metodologico, avendo compreso le equazioni di Maxwell e le modalità della loro applicazione alla descrizione e all'interpretazione di processi e fenomeni elettrici e magnetici, sia statici che dinamici.

Capacità di applicare conoscenze e comprensione: essere in grado di risolvere problemi classici di elettrostatica, elettrodinamica, magnetostatica ed induzione elettromagnetica, previa identificazione dei fenomeni fisici che intervengono nel problema. In particolare, lo studente dovrebbe:

- saper determinare i campi elettrici e magnetici generati da differenti distribuzioni di cariche statiche ed in moto (correnti).
- saper analizzare gli effetti ed i fenomeni energetici connessi con l'esistenza di campi elettrici e magnetici.
- saper risolvere circuiti in corrente continua a base di resistori, condensatori ed induttori, sia in regime stazionario che transiente nell'ipotesi di quasi-stazionarietà
- aver compreso il legame fra campo elettrico e campo magnetico nel contesto di fenomeni non stazionari

Autonomia di giudizio: essere in grado di analizzare autonomamente un fenomeno fisico di natura elettromagnetica con rigore scientifico e di stabilire quali leggi fondamentali lo governano;

Abilità comunicative: saper esprimere e discutere, con proprietà di linguaggio e con l'uso degli strumenti matematici opportuni, le principali nozioni teoriche alla base dell'elettromagnetismo classico.

Capacità di apprendimento: aver maturato un approccio metodologico rigoroso ed idoneo allo studio di diversificate nozioni e problematiche connesse con l'elettromagnetismo, propedeutico all'apprendimento autonomo di argomenti più avanzati, che non possono essere abbracciati dal programma del corso.

METODI DIDATTICI

Lezioni ed esercitazioni frontali, condotte mediante proiezioni di diapositive animate e/o spiegazioni alla lavagna. Agli studenti si raccomanda vivamente di prendere appunti personali durante le lezioni e le esercitazioni. Il docente guida gli studenti nella selezione del materiale per lo studio, reperibile nei testi consigliati, fornendo precise indicazioni in merito ai contenuti teorici e agli esercizi di consolidamento utili per la preparazione all'esame. Un estratto delle diapositive proiettate durante le lezioni potrà essere reso eventualmente disponibile agli studenti al termine del corso.

MODALITA' D'ESAME

L'esame prevede due prove, entrambe obbligatorie:

(1) una prova scritta, della durata di 2.5-3 h, che consiste nello svolgimento di 3-4 semplici quesiti analoghi a quelli proposti nelle lezioni. La prova è finalizzata a sondare le competenze acquisite dallo studente nell'applicazione dei principali contenuti teorici dell'insegnamento alla risoluzione di tipici problemi di elettromagnetismo classico.

- Per sostenere la prova scritta, occorre prenotarsi presso l'apposito portale on line; durante la prova scritta sono consentiti soltanto l'uso di una calcolatrice scientifica e la consultazione di tavole di derivate/integrali notevoli. Non è permessa la consultazione di testi o di appunti relativi agli argomenti del corso.

L'esito della prova scritta non pregiudica l'ammissione alla prova orale:

- nel caso in cui si consegua una votazione inferiore a 16/30 nella prova scritta, la prova orale dovrà essere sostenuta nello stesso appello in cui si è sostenuta la prova scritta;

- nel caso in cui si consegua una votazione pari o superiore a 16/30 nella prova scritta, la prova orale potrà essere eventualmente posticipata ad uno dei due appelli immediatamente successivi a quello in cui si è sostenuta la prova scritta (includendo, nel computo, gli appelli delle sessioni straordinarie di Ottobre-Novembre 2023 e Marzo-Aprile 2024).

(2) una prova orale finalizzata a verificare il livello di conoscenza delle nozioni teoriche proposte durante il corso. Per coloro che avranno ottenuto una votazione inferiore a 16/30 nella prova scritta, la prova orale si svolgerà in forma 'compensativa' della prova scritta, ovvero, prevederà lo svolgimento preliminare di semplici esercizi assegnati sul momento dal docente; successivamente, la prova riguarderà la verifica dei contenuti teorici.

- Gli studenti, che si presentano alla prova orale con votazione nello scritto inferiore a 16/30 e non la superano, dovranno ripresentarsi ad altro appello.

- Gli studenti, che si presentano alla prova orale con votazione nello scritto uguale o superiore a 16/30 e non la superano, potranno sostenere la prova orale al massimo una seconda volta in un appello successivo.

La verbalizzazione dell'esame (8 CFU) avverrà dopo il superamento della prova orale, in occasione del primo appello utile allo scopo.

ALTRE INFORMAZIONI UTILI

1) Gli studenti (frequentanti e non) che desiderano ricevere informazioni sul corso in itinere (argomenti svolti, suggerimenti per lo studio e le esercitazioni, eventuali sospensioni, spostamenti o recupero di lezioni, ecc.) sono pregati di inviarmi una email all'indirizzo: davide.cozzoli@unisalento.it dal proprio indirizzo istituzionale nome.cognomeXY@studenti.unisalento.it, indicando i seguenti contenuti:
Oggetto della email: Fisica Generale 2 – CdL in Ing. Industriale
Testo della email: Cognome/Nome, Matricola

2) Considerata la modalità corrente "teledidattica" di erogazione delle lezioni disposta in seguito all'emergenza Covid-19, l'orario delle lezioni (visibile sul sito web dell'università al link: https://easycourse.unisalento.it/Orario/Dipartimento_di_Ingegneria_dellInnovazione/2020-2021/index.html) potrebbe subire variazioni che saranno comunicate tempestivamente agli studenti frequentanti e quelli che avranno fatto richiesta di essere inseriti nella mailing list degli interessati al corso. Si consiglia, in ogni caso, di fare riferimento alle lezioni calendarizzate sulla piattaforma TEAMS.

3) RICEVIMENTO: Il Docente è sempre disponibile a ricevere gli studenti, previo appuntamento da concordare via email.

Il ricevimento è sospeso, per i candidati ad un dato appello d'esame, nella settimana in cui si svolge la prova scritta e fino alla conclusione delle prove orali relative allo stesso appello.

INTRODUZIONE: L'ELETTROMAGNETISMO CLASSICO COME TEORIA DI CAMPO - Elementi di teoria dei campi

Introduzione all'elettromagnetismo classico come teoria di campo.

Campi fisici scalari: definizione, rappresentazione mediante curve di livello. Operatori differenziali del primo ordine: definizione matematica di derivata direzionale e vettore gradiente, e relativi significati fisici. Integrali di linea, di superficie e di volume: definizione matematica e relativi significati fisici (con riferimento al caso dei campi "densità").

Campi fisici vettoriali e loro rappresentazione mediante linee di flusso; tubi di flusso; differenziabilità e discontinuità di campo; sorgenti scalari e vettoriali. Caratteristiche topologiche del dominio di un campo vettoriale. Operatori differenziali del primo ordine: rotore, divergenza (definizione matematica). Integrale di volume di un campo vettoriale. Integrali di linea di un campo vettoriale (circolazione, circuitazione) e relativo significato fisico. Superfici orientabili; convenzioni per l'orientamento di una superficie. Integrale di superficie (flusso) di un campo vettoriale e relativo significato fisico (riferito al contesto della fluidodinamica); relazione fra flusso e sorgenti/pozzi del campo. Flusso concatenato: definizione.

Teorema del rotore (o di Stokes): enunciato e definizione geometrica del rotore di un campo vettoriale. Significato fisico del rotore (riferito al contesto della fluidodinamica). Esempi di campi con rotore nullo e non nullo.

Teorema della divergenza (o di Gauss-Green): enunciato. Significato geometrico e fisico della divergenza. Esempi di campi con divergenza nulla e non nulla.

Campi conservativi: definizione; proprietà integrali e differenziali. Potenziale (scalare) di un campo conservativo. Caratteristiche delle linee di forza di un campo conservativo e loro deduzione. Gradiente del potenziale di un campo conservativo. Relazione geometrica fra superfici equipotenziali e linee di flusso di un campo conservativo. Proprietà differenziali (locali) di un campo conservativo: rotore di un campo conservativo. Campi irrotazionali conservativi.

Campi solenoidali: definizione e proprietà integrali; caratteristiche delle linee di forza. Proprietà differenziali (locali) di un campo solenoidale: divergenza di un campo solenoidale.

Analisi qualitativa dell'andamento locale di un campo vettoriale, basata sulla conoscenza della divergenza e del rotore del campo: esempi.

ELETTROSTATICA

Carica elettrica e legge di Coulomb. Fenomeni elettromagnetici naturali. Elettromagnetismo classico: cenni storici. Tribolellettricità. Struttura elettrica e composizione della materia. La forza elettromagnetica nel contesto della fisica moderna. Elettrostatica: scopi e contenuti. Legge di Coulomb. Definizione operativa della carica elettrica. Proprietà della carica elettrica. Unità di misura. Costante dielettrica del vuoto. "Confronto" fra la forza coulombiana e la forza gravitazionale. Legge di conservazione della carica elettrica. Sistemi di carica discreti e continui. Caratterizzazione di una distribuzione di carica mediante la funzione densità. Principio di sovrapposizione e sua applicazione alla determinazione analitica della forza elettrostatica scambiata fra sistemi discreti e continui di cariche.

Campo elettrico (statico). Limiti della legge di Coulomb e del concetto di "azione a distanza". Campo elettrico (statico): definizione e significato fisico. Interazione fra cariche elettriche nel contesto della teoria campistica. Unità di misura. Campo elettrostatico generato da una carica puntiforme. Principio di sovrapposizione e sua applicazione alla determinazione analitica del campo elettrostatico generato da configurazioni discrete e continue di cariche. Rappresentazione di un campo elettrico (statico) mediante linee di forza; punti di discontinuità.

Legge di Gauss. Angolo solido: definizione, unità di misura. Flusso elementare del campo elettrico (statico) e sue proprietà. Calcolo del flusso elettrostatico attraverso una superficie chiusa a partire dalla legge di Coulomb: teorema di Gauss. Legge di Gauss in forma integrale (prima equazione di Maxwell per il campo elettrico in forma integrale) e suo significato fisico. Applicazione della legge di Gauss al calcolo del campo elettrostatico generato da distribuzioni di carica continue con simmetria

sferica, cilindrica e piana, ed al calcolo della carica contenuta in specificate regioni dello spazio. Derivazione della legge di Coulomb dalla legge di Gauss. Linee e superfici di discontinuità del campo elettrostatico. Costruzione di campi elettrostatici uniformi: esempi. Formulazione differenziale (locale) della legge di Gauss (prima equazione di Maxwell per il campo elettrico in forma differenziale). Assenza di punti d'equilibrio in un campo elettrostatico nel vuoto. Applicazione della legge di Gauss in forma differenziale alla determinazione della densità di carica allocata in specificate regioni dello spazio.

Energia potenziale elettrostatica; potenziale elettrico; energia del campo elettrico. Richiamo dei concetti di: lavoro di una forza, forze conservative, funzione energia potenziale. Dimensioni, unità di misura. Conservatività della forza coulombiana. Energia potenziale elettrostatica (di posizione). Relazione differenziale (locale) fra energia potenziale elettrostatica e forza coulombiana: proprietà del vettore gradiente della funzione energia potenziale. Calcolo dell'energia potenziale elettrostatica (di posizione) di sistemi discreti e continui di cariche. Conservatività del campo elettrostatico: espressione in forma integrale e differenziale (terza equazione di Maxwell per l'elettrostatica). Potenziale elettrostatico. Unità di misura. Relazione differenziale (locale) fra potenziale elettrostatico e campo elettrostatico: proprietà del vettore gradiente della funzione potenziale. Approcci per la determinazione del potenziale generato da sistemi discreti e continui di cariche. Superfici equipotenziali. Rappresentazione del campo elettrostatico mediante linee di forza e superfici equipotenziali. Conservazione dell'energia (meccanica) in presenza di forze elettrostatiche. Energia potenziale elettrostatica totale di una distribuzione di carica: energia elettrostatica di posizione ed energia elettrostatica interna.

Energia potenziale elettrostatica interna (di configurazione) di distribuzioni discrete di carica. Energia potenziale elettrostatica interna di distribuzioni continue di carica: energia di configurazione ed auto-energia. Densità di energia del campo elettrico e sua localizzazione. Energia di una carica puntiforme (cenni).

Dipolo elettrico. Dipolo elettrico. Momento di dipolo. Unità di misura. Potenziale e campo elettrostatico generati da un dipolo a grande distanza (approssimazione di dipolo puntiforme), espressi in diversi sistemi di coordinate. Energia potenziale di un dipolo puntiforme in un campo elettrostatico.

Analisi delle forze agenti su un dipolo in un campo elettrico: rotazione e trascinamento. Relazione fra le forze agenti su un dipolo e la sua energia potenziale. Derivazione dell'espressione del momento meccanico agente su un dipolo per via energetica e dinamica.

Conduttori. Mezzi conduttori. Conduttori metallici e modello del gas elettronico di Drude-Lorentz. Induzione elettrostatica parziale e completa. Proprietà di conduttori metallici in equilibrio elettrostatico: distribuzione delle cariche; potenziale e campo elettrostatico all'interno e sulla superficie (teorema di Coulomb); pressione elettrostatica agente sulla superficie; effetto della curvatura e potere disperdente delle punte; applicazioni (cenni). Proprietà di conduttori con cavità in equilibrio elettrostatico. Effetto di schermo elettrostatico. Messa a terra. Potenziale di terra come riferimento e relativa convenzione.

Capacità elettrica di conduttori isolati: definizione, calcolo, significato fisico ed unità di misura. Energia elettrostatica di un conduttore isolato carico.

Condensatori. Capacità di sistemi di conduttori in configurazione di induzione parziale e completa; coefficienti. Condensatore: definizione. Capacità elettrica di un condensatore: definizione, calcolo, significato fisico ed unità di misura. Condensatori sferici, cilindrici e piani ideali. Energia potenziale elettrostatica (lavoro di caricamento) di sistemi di conduttori carichi. Lavoro di caricamento di un condensatore (energia potenziale elettrostatica immagazzinata).

Reti di condensatori: capacità equivalente per collegamenti in serie ed in parallelo; analisi di collegamenti di condensatori non riconducibili a collegamenti in serie e/o parallelo. Energia immagazzinata in reti di condensatori.

CORRENTI CONTINUE

Legge di Ohm, resistenza elettrica, forza elettromotrice. Corrente elettrica: definizione. Vettore densità

di corrente. Correnti stazionarie (continue). Equazione di continuità per la carica elettrica. Meccanismo microscopico della conduzione elettrica: modello di Drude-Lorentz e velocità di deriva. Legge di Ohm in forma locale ed integrale: resistenza elettrica. Distribuzioni di carica statica in conduttori ohmici percorsi da corrente. Forza elettromotrice: definizione e proprietà; non-conservatività del campo elettromotore. Legge di Ohm generalizzata. Collegamenti di resistori in serie e parallelo. Reti di resistori non riconducibili a collegamenti in serie e/o parallelo. Bilancio energetico in circuiti resistivi: potenza erogata da un generatore e trasferita al campo elettrico; potenza dissipata per effetto Joule.

Circuiti in corrente continua Circuiti: componenti, generalità. Prima Legge di Kirchhoff e sua derivazione dal principio di conservazione della carica elettrica. Seconda Legge di Kirchhoff e sua interpretazione in termini di bilancio energetico e conservatività del campo elettrico stazionario in circuiti in corrente continua. Risoluzione di reti circuitali complesse a base di generatori, resistori e condensatori in condizioni stazionarie (regola di Maxwell).

INTERAZIONI MAGNETICHE NEL VUOTO

Interazioni magnetiche e campo magnetico. Fenomenologia delle interazioni magnetiche nel vuoto coinvolgenti cariche in moto, magneti naturali e correnti. Interazioni elettriche e magnetiche fra cariche puntiformi in moto (nel vuoto): legge di Ampere-Biot-Savart. Permeabilità magnetica del vuoto. Caratteristiche della forza magnetica. Confronto fra la forza elettrica e forza magnetica scambiate fra cariche puntiformi in moto. Apparente violazione del Terzo Principio della Dinamica. Forza magnetica esercitata da una distribuzione di carica continua in moto su una carica puntiforme in moto.

Campo magnetico (nel vuoto): definizione operativa; dimensioni, unità di misura; Campo magnetico generato da una carica puntiforme in moto e sue proprietà. Campo magnetico generato da una distribuzione di carica continua in moto su una carica puntiforme in moto e forza totale ivi agente. Forza di Lorentz generalizzata agente su una carica puntiforme; forza agente su un'arbitraria distribuzione di carica in moto in un campo magnetico.

Moto di cariche elettriche in campi magnetici. Applicazione combinata di campi magnetici ed elettrici a particelle cariche in moto: selettori di velocità e carica/massa; effetto Hall.

Magnetostatica. Conduttori metallici percorsi da corrente come sorgenti di campo magnetici. Forza magnetica agente su un conduttore percorso da corrente in un campo magnetostatico. Azioni magnetiche esercitate da/subite da conduttori/circuiti filiformi percorsi da corrente stazionaria: 2a Legge (Formula) Elementare di Laplace e calcolo della forza agente su conduttori di geometria arbitraria in un campo magnetostatico; 1a Legge (formula) Elementare di Laplace (o Legge di Biot-Savart) e calcolo del campo magnetostatico generato da distribuzioni arbitrarie di correnti stazionarie (filiformi, spiriformi, laminari).

Forza magnetica e momento meccanico agenti su una spira piana percorsa da corrente stazionaria in un campo magnetostatico uniforme; energia potenziale meccanica della spira; momento (di dipolo) magnetico. Caso limite di una spira puntiforme. Azioni meccaniche esercitate su una spira non planare in un campo magnetico uniforme. Principio di equivalenza di Ampere: (parte I) equivalenza fra le azioni meccaniche subite da una spira puntiforme (o da una spira macroscopica in un campo magnetostatico uniforme) e quelle subite da un ago (dipolo) magnetico in un campo magnetostatico; (parte II) equivalenza fra il campo magnetostatico generato da una spira puntiforme (e quello generato da una spira macroscopica a grande distanza) ed il campo magnetostatico prodotto da un ago magnetico con identico momento di dipolo.

Leggi del campo magnetico. Legge di Gauss per il campo magnetico: formulazione integrale e differenziale (seconda equazione di Maxwell). Circuitazione del campo magnetostatico generato da correnti stazionarie: Legge di Ampere in forma integrale e differenziale (terza equazione di Maxwell per la magnetostatica) e suoi limiti di validità. Verifica della legge di Ampere a partire dalla 1a Legge Elementare di Laplace. Applicazione della legge di Ampere alla determinazione del campo magnetostatico generato da configurazioni di correnti stazionarie con elevato grado di simmetria: conduttori cilindrici, bobine solenoidali, lamine infinitamente estese.

CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI VARIABILI NEL TEMPO

Legge di Faraday-Henry-Neuman-Lenz Induzione elettromagnetica: fenomenologia. Legge di Faraday-Henry-Neuman-Lenz in forma integrale (terza equazione di Maxwell in forma integrale) e convenzioni relative alla sua applicazione. Giustificazione energetica (legge di Lenz). Forza elettromotrice indotta.

Induzione elettromagnetica di trasformazione (dovuta a campi magnetici variabili nel tempo); corrispondente espressione differenziale della legge di Faraday-Henry-Neuman-Lenz (terza equazione di Maxwell in forma differenziale). Proprietà dei campi elettrici indotti; localizzazione della forza elettromotrice indotta.

Induzione elettromagnetica di movimento e sua interpretazione in termini di forza di Lorentz. Localizzazione della forza elettromotrice indotta.

Autoinduzione. Flusso magnetico autoconcatenato ed autoinduzione: fenomenologia. Coefficiente di autoinduzione (induttanza). Calcolo dell'induttanza di semplici dispositivi (bobine solenoidali; cavi coassiali). Densità di energia del campo magnetico e sua localizzazione. Circuiti induttivi in regime stazionario e relativo bilancio energetico.

Legge di Ampere-Maxwell: Legge di Ampere-Maxwell (o Legge di Ampere generalizzata) in forma integrale e differenziale (quarta equazione di Maxwell in forma integrale e differenziale). Corrente di spostamento: campi elettrici variabili nel tempo come sorgenti di campo magnetico. Soluzione del "paradosso di Maxwell".

EQUAZIONI FONDAMENTALI DELL'ELETTROMAGNETISMO: RIEPILOGO

Riepilogo delle equazioni fondamentali dell'elettromagnetismo classico e concettualizzazione: equazioni di Maxwell in forma integrale e differenziale, forza di Lorentz generalizzata, ed equazione di continuità.

TESTI DI RIFERIMENTO

Teoria (con esercizi)

- P. Mazzoldi, N. Nigro, Voci: "Fisica - Volume II: Elettromagnetismo, Onde" (Edises)
- S. Focardi, I. Massa, A. Uguzzoni: "Fisica Generale - Elettromagnetismo" (Casa Editrice Ambrosiana, Milano)
- J. Walker, Halliday-Resnick: "Fondamenti di Fisica", 7a edizione; Casa Editrice Ambrosiana, Milano (trattato relativamente più semplice dei due precedenti)
- R. A. Serway, J. W. Jewett: "Fisica - per Scienze ed Ingegneria" - 4° edizione; Casa Editrice Edises (trattato elementare)
- L. Guerriero: "Lezioni di Elettromagnetismo" (Adriatica Editore) (trattato avanzato non più in commercio)

Esercizi e Problemi

- M. Nigro, C. Voci: "Problemi di Fisica Generale - Elettromagnetismo. Ottica" (Edizioni Libreria Cortina)
- E. Borch, R. Nicoletti: "Elettromagnetismo - Volume I : Eletticità" + "Elettromagnetismo - Volume II: Magnetismo" (Società Editrice Esculapio)
- P. Zotto, M. Nigro: "Problemi di Fisica Generale - Elettromagnetismo. Ottica" (Edizioni LaDotta)
- A. Alippi, A. Bettucci, M. Germano: "Fisica Generale - Esercizi risolti e guida allo svolgimento con richiami di teoria" (Società Editrice Esculapio)

Lo studente può scegliere di consultare altri compendi di teoria e/o raccolte di esercizi/problemi, purché di livello universitario.