

DATA	Programma Fisica Generale 3 - Anno Accademico 2013-2014
23-set-13	Introduzione al corso.
24-set-13	EM; carica elettrica, conservazione, invarianza e quantizzazione. Cenno: sistemi di unità di misura in EM. Cariche puntiformi; dipoli elettrici e magnetici reali e ideali; l'elettrone, carica puntiforme e dipolo magnetico ideale. Definizione operativa dei campi: forza di Lorentz. Sul concetto di campo. Il principio di sovrapposizione. Legge di Coulomb e campo elettrico di distribuzione statica arbitraria di carica. Legge di Biot-Savart e campo magnetico di distribuzione stazionaria arbitraria di corrente. Da cariche e correnti ai campi: equazioni di Maxwell in forma integrale per domini fissi. Equazioni di Maxwell, continuità della carica e forza di Lorentz. Struttura delle equazioni di Maxwell; relazioni, similitudini e differenze. Cenno ai monopoli magnetici. Conservazione della carica come conseguenza delle equazioni di Maxwell (cenno).
25-set-13	Richiami di Algebra Vettoriale: cenni elementari al concetto di scalare e di vettore in fisica. Coordinate Cartesiane ortogonali; delta di Kronecker ed Epsilon di Levi-Civita. Prodotto tra due vettori. Esempi/Applicazioni: descrizione di un parallelogramma attraverso un vettore. Esempi/Applicazioni: teoremi dei seni e dei coseni. Prodotti tra tre vettori. Esempi/Applicazioni: componente parallela e ortogonale ad un versore di un vettore. Sistemi di vettori applicati; risultante, momento risultante. Cenni al calcolo in molte variabili; funzioni scalari e vettoriali. Derivazione e differenziazione; formula di Taylor
25-set-13	Esempi/Applicazioni: forza su dipolo elettrico. Esempi/Applicazioni: forza su spira magnetica sull'asse di un solenoide. Dai campi alle forze e momenti: forza e momento in campo esterno su carica puntiforme e dipoli ideali. Densità di carica di volume e di superficie. Densità di corrente di volume e di superficie. Densità di carica/corrente lineare.
27-set-13	Relazioni tra densità di carica/corrente di volume, di superficie e lineare; uso con la legge di Coulomb e Biot-Savart; forza per unità di volume, area o lunghezza. Discontinuità dei campi EM: richiamo. Discontinuità delle componenti normali dei campi EM. Discontinuità delle componenti tangenziali dei campi EM. Esempi/Applicazioni: leggi di Maxwell in forma integrale: strato piano infinito uniforme di carica e di corrente, campi EM.
30-set-13	Esempi/Applicazioni: pressione elettrostatica e pressione magnetostatica (applicazioni del principio di sovrapposizione). Esempi/Applicazioni: pressione sulle pareti di un solenoide superconduttore. Equazione di continuità della carica elettrica in forma differenziale. Continuità delle componenti normali della densità di corrente in condizioni stazionarie e assenza di correnti alla superficie di interfaccia. Ripasso: integrazione: 1, 2 e 3 variabili; integrali di linea e superficie (di scalari e vettori). Richiami: circuitazione e flusso di un campo vettoriale, additività; gradiente di un campo scalare. Operatori vettoriali: definizione indipendente dalle coordinate. Significato degli operatori vettoriali. I tre teoremi fondamentali del calcolo integrale. Espressioni degli operatori vettoriali in coordinate cartesiane.
7-ott-13	Interpretazione e significato in idrodinamica degli operatori integrali/differenziali: campo di velocità. Sorgenti e vortici. Operatori vettoriali: esempi vari di campi vettoriali e discussione; divergenza e rotore. Equazioni di Maxwell dalla forma integrale a quella differenziale: equivalenza per domini di integrazione fissi. Equazione di continuità della carica elettrica in forma differenziale; derivazione da equazioni di Maxwell. Espressioni degli operatori vettoriali in coordinate cartesiane, cilindriche e sferiche. Cenno al teorema di Helmholtz; soluzione generale per E e B nel caso statico. Operatori vettoriali lineari del secondo ordine; Laplaciano scalare e vettore. Potenziale Scalare e Vettore di un campo vettoriale; condizioni per l'esistenza.
8-ott-13	Richiami sul concetto di campo in fisica. Condizioni necessarie e sufficienti per esistenza di potenziale scalare e vettore. Potenziale scalare e vettore. Invarianza di gauge. Gauge di Lorenz e Coulomb. Potenziale scalare e circuitazione di E. Potenziale vettore: flusso di B e circuitazione di A. Equazioni di D'Alembert per i potenziali (gauge di Lorenz). Potenziali nel caso statico. Equazione di Poisson e Laplace per potenziale scalare e vettore; soluzione generale per distribuzione di carica/corrente al finito. dq e ydq , per distribuzioni di carica 3D, 2D e 1D. Esempi/Applicazioni: potenziale e campo elettrico sull'asse di un anello circolare piano uniformemente carico; potenziale da campo elettrico. Esempi/Applicazioni: potenziale vettore sull'asse di spira circolare piana; impossibilità del calcolo del campo sull'asse dal potenziale.
9-ott-13	Esempi/Applicazioni: Area come integrale di linea di $x \times dx$ Esempi/Applicazioni: volume di un cono. Esempi/Applicazioni: $\text{div}(\text{rot})$ e $\text{rot}(\text{grad})$. Esempi/Applicazioni: $\text{div}(A \times B)$ Esempi/Applicazioni: campo di sfera di carica con distribuzione uniforme. Esempi/Applicazioni: Potenziale di campo elettrico/magnetico uniforme. Potenziale di dipolo elettrico ideale. Potenziale di dipolo magnetico ideale.

	Esempi/Applicazioni: simmetria coefficienti di mutua induttanza.
	Esempi/Applicazioni: coefficienti di capacità e induttanza (cenno).
	Esempi/Applicazioni: uso del simbolo nabla; avvertimenti.
14-ott-13	
	Sviluppo in multipoli del potenziale scalare: monopolo e dipolo; momento di dipolo elettrico per distribuzione arbitraria di carica.
	Sviluppo in multipoli del potenziale vettore: monopolo e dipolo; momento di dipolo magnetico per distribuzione arbitraria di corrente.
	Confronto tra lo sviluppo in multipoli dei campi elettrico/magnetico e di quello gravitazionale.
	Esempi/Applicazioni: momento di dipolo magnetico di una spira piana di forma arbitraria; area vettoriale di una superficie chiusa.
	Campo di dipolo elettrico e magnetico ideale: confronto, vicino e lontano.
	Esempi/Applicazioni: campo a distanza di un condensatore/solenoido.
	Sommario: elettrostatica e magnetostatica.
	Relazione tra densità di corrente e campi EM e/o altre forze impresse alle cariche libere. Disco di Faraday.
	Conduttori ohmici, proprietà.
	Conduttori perfetti, proprietà; cenno ai superconduttori.
15-ott-13	
	Esempi/Applicazioni: campi EM entro conduttore perfetto e tempo di rilassamento di un conduttore ohmico; valori tipici.
	Forza elettromotrice: definizione generale, origine EM e origine non-EM.
	Cenno alla trasformazione tra forma integrale e differenziale delle Equazioni di Maxwell per domini in movimento; legge di FNL.
	Induzione EM, forza elettromotrice, contributo statico e contributo mozionale alla fem.
	Induzione EM, origine da campi magnetici variabili e da forza di Lorentz; domini di integrazione in movimento.
	Esempi/Applicazioni: sbarra in moto in B uniforme e costante; fem indotta e cenno alla relatività dei campi EM.
	Esempi/Applicazioni: contro-esempi alla regola del flusso, solenoide con contatto strisciante.
	Esempi/Applicazioni: differenze di potenziale e misura di un voltmetro, esempio solenoide ideale con corrente variabile e misure ddp.
	Esempi/Applicazioni: paradosso del cilindro di Feynmann.
21-ott-13	
	Esempi/Applicazioni: ordine di grandezza, in condizioni tipiche, del campo elettrico indotto da campi magnetici variabili.
	Esempi/Applicazioni: trascurabilità, in condizioni tipiche, della corrente di spostamento rispetto a quella di conduzione.
	Esempi/Applicazioni: precipitatore elettrostatico, xerox e laser printers, defibrillatore, effetto Hall e cenni alla superconduttività, etc.
	Esempi/Applicazioni: metal detector, antifurto, correnti di Foucault, salvavita, freno EM, chitarra elettrica, venditori automatici, forno ad induzione, etc.
	Esempi/Applicazioni: metal detector, sistemi di sicurezza, sistemi anti-taccheggio, correnti di Foucault, freno EM, forno ad induzione, etc.
	Esempi/Applicazioni: cenno al campo magnetico di Terra e pianeti.
	EM nella materia: generalità. Origine microscopica dei fenomeni EM in presenza di materia.
23-ott-13	
	Cenno alla insufficienza della Fisica microscopica Classica: irraggiamento degli elettroni atomici e non esistenza della magnetizzazione.
	Descrizione puramente macroscopica.
	Cenno alle proprietà Quant-Relat delle particelle: energia, impulso, momento angolare, massa, carica, spin, momenti di dipolo; grandezze dinamiche.
	EG.
28-ott-13	
	Struttura della materia: atomi, molecole, ioni. Concetto di mole.
	Polarizzazione; interpretazione microscopica in termini di deformazione ed orientamento.
	Magnetizzazione; interpretazione microscopica in termini di deformazione ed orientamento (correnti e spins).
	Esempi/Applicazioni: distanza media tra due atomi di un solido cristallino di forma cubica
	Esempi/Applicazioni: polarizzabilità atomo di idrogeno con densità carica sferica uniforme.
	Esempi/Applicazioni: cenno alla polarizzabilità atomo di idrogeno con densità carica sferica esponenziale e lineare.
	Risposta lineare anisotropa di molecola biatomica: insufficienza dell'idea di polarizzazione/magnetizzazione parallela al campo.
	Cenno al tensore di Polarizzabilità e Magnetizzabilità per sistemi non isotropi.
29-ott-13	
	Forza e momento rispetto ad un polo qualunque per dipolo elettrico ideale in campo elettrico esterno non uniforme.
	Forza e momento rispetto ad un polo qualunque per dipolo magnetico ideale in campo magnetico esterno non uniforme; risultato.
	Energia potenziale di dipolo in campo esterno: dipolo rigido e/o linearmente polarizzabile/magnetizzabile.
	Attrazione in campo esterno di dipolo polarizzabile; attrazione/repulsione in campo esterno di dipolo magnetizzabile; paramagnetismo e diamagnetismo.
	Polarizzabilità e Magnetizzabilità di un atomo/molecola: dal macroscopico al microscopico.
	Fenomenologia: materiali polarizzabili e magnetizzabili; effetto di un campo esterno: polarizzazione/magnetizzazione.
	Definizione di polarizzazione e magnetizzazione.
	Polarizzazione e/o Magnetizzazione fissate: esempi (strato sottile polarizzato, cilindro lungo magnetizzato).
	Polarizzazione e/o Magnetizzazione fissate: cilindro uniformemente polarizzato e cilindro uniformemente magnetizzato: cariche e correnti.
30-ott-13	
	Cariche libere, di polarizzazione; correnti libere, di polarizzazione, di magnetizzazione.
	Dal singolo atomo/molecola alla materia macroscopica; condensatori e induttanze.
	Necessità del concetto di campo medio in presenza di materia.
	Variabilità dei campi EM in materia; concetto di campo medio nella materia.
	Deduzione euristica per densità di volume e superficie di carica di polarizzazione, corrente di polarizzazione; deduzione.
	Deduzione euristica per densità di volume e superficie di corrente di magnetizzazione; deduzione.
	Deduzione alternativa in coordinate cartesiane della densità di carica e corrente di polarizzazione/magnetizzazione; cenno.
	Equivalenza del campo prodotto da un materiale a quello prodotto dalle cariche coulombiane e/o le correnti amperiane equivalenti.
	Equazioni di Maxwell in presenza di materia; campi ausiliari D ed H.
	Insufficienza della carica libera per determinare D; insufficienza della corrente libera per determinare H. Teorema di Helmholtz.
11-nov-13	
	Sommario equazioni dei cam EM nella materia.
	Discontinuità dei campi.
	Calcolo di campo elettrico/magnetico per polarizzazione e magnetizzazione assegnate.
	Polarizzazione/Magnetizzazione in campi esterni; campo E/B prodotto dalla materia; feedback, Polarizzazione/Magnetizzazione e campo totale.
	Necessità di una relazione tra campo totale (non campo esterno) e Polarizzazione/Magnetizzazione.
	Dal campo elettrico/magnetico alla pol/mag: modelli dei corpi materiali, le relazioni costitutive: relazione tra P e E; relazione tra M e B.
	Polarizzazione e Magnetizzazione rigide.
	Polarizzazione e Magnetizzazione rigide: sfera uniformemente polarizzata e sfera uniformemente magnetizzata: cariche e correnti equivalenti.
	Esempi/Applicazioni: campo prodotto da una sfera uniformemente polarizzata, con polarizzazione assegnata.
	Analogia formale, in condizioni statiche e in assenza di cariche/correnti libere, tra le equazioni per E ed H. Densità di carica magnetica.
	Esempi/Applicazioni: campo prodotto da una sfera uniformemente magnetizzata, con magnetizzazione assegnata.
	Relazioni costitutive del materiale; mezzi LHI; materiali omogenei e non; materiali isotropi e non; risposta lineare e non lineare.

12-nov-13	
	Suscettività elettrica e magnetica; cenno alla definizione storica obsoleta della suscettività; suscettività differenziale per mezzi non lineari.
	Permeabilità elettrica e magnetica; limiti sui valori della permeabilità statica.
	Relazioni costitutive: risposta non isotropa (cenni); conducibilità, permeabilità elettrica/magnetica; cenno ai tensori di pola, magn e cond.
	Relazioni costitutive: risposta non omogenea, cenni.
	Relazioni costitutive: polarizzazione e magnetizzazione rigide, sviluppo in serie di Taylor della risposta.
	Rifrazione delle linee di campo in mezzi LHI: E,B,D,H.
	Esempi/Applicazioni: sfera di materiale LHI, polarizzabile in campo esterno dato; polarizzabilità; sfera conduttrice come caso limite.
	Esempi/Applicazioni: sfera di materiale LHI, magnetizzabile in campo esterno dato; magnetizzabilità; sfera diamagnetica perfetta come caso limite.
	Casi limite: suscettività elettrica +infinito; suscettività magnetica -1.
	Sfera di materiale LHI, polarizzabile/magnetizzabile, in campo esterno fissato; confronto tra caso elettrico e magnetico.
	Concetto di carica magnetica (fittizia).
	Esempi/Applicazioni: schermo magnetico cilindrico (cenno).
	Esempi/Applicazioni: Cilindro uniformemente magnetizzato e cariche magnetiche (cenno).
	Esempi/Applicazioni: Carica puntiforme e due materiali polarizzabili: insufficienza dell'inserimento della permeabilità (cenno).
	Valori tipici della suscettività elettrica/magnetica.
	Confronto: analogie e differenze tra caso elettrico e magnetico: vettori E/B/D/H e permeabilità e suscettibilità.
13-nov-13	
	Campo in una cavità sferica entro un materiale polarizzato/magnetizzato (campo locale).
	Relazione tra polarizzabilità e suscettività elettrica in mezzi densi isotropi lineari e non polari: equazione di Clausius-Mossotti.
	Clausius-Mossotti. Campo medio e campo locale. Materiali diluiti.
	Analogo dell'equazione di Clausius-Mossotti per caso magnetico (cenno).
	Energia di un dipolo in campo esterno; effetto della temperatura.
	Polarizzazione/Magnetizzazione per orientamento; equazione di Langevin. Saturazione, risposta lineare.
	Mezzi LH: proporzionalità tra le varie densità di carica e di corrente di volume (cenno).
	EM nella materia: sommario dei concetti.
18-nov-13	
	Deduzione del teorema di Poynting per l'energia. Teorema di Poynting, forma locale e forma integrale. Non unicità del vettore di Poynting.
	Espressione dell'energia elettromagnetica in termini dei campi e in termini dei potenziali.
	Bilancio energetico dei campi EM. Conservazione dell'energia campi EM e materia per campi localizzati.
	Trasporto energia EM a grandi distanze; dipendenza dei campi non statici dall'inverso della distanza.
	Cenno alla quantità di moto e momento angolare del campo EM.
	Campi EM e trasporto/immagazzinamento di energia, impulso e momento angolare; esempi.
	Esempi/Applicazioni: studio del bilancio energetico di un conduttore Ohmico percorso da corrente: bilancio locale ed integrale.
20-nov-13	
	Conservazione dell'energia e primo principio della termodinamica.
	Bilancio di energia per i campi EM, teorema di Poynting e primo principio della termodinamica.
	Energia totale e principio dei lavori virtuali: applicazione all'inserimento in campo elettrico di un dipolo rigido/polarizzabile.
	Esempi/Applicazioni: materiali ferro-magnetici; curva di isteresi; effetto Einstein-DeHaas (cenno).
	Esempi/Applicazioni: materiali ferro-elettrici; titanato di bario; piezo-elettricità e piro-elettricità; legge di Curie (cenno).
	Esempi/Applicazioni: cenno alle forze intermolecolari alla Van-der-Waals (cenno).
2-dic-13	
	Fenomenologia: problematiche tra meccanica classica ed elettromagnetismo; esempi.
	Sistemi di riferimento inerziali e principio di inerzia.
	Trasformazioni di Galileo; incompatibilità con l'Elettromagnetismo.
	Le velocità della luce; metodi di misura (cenno).
	Esperimento di Michelson-Morley ed etere (cenno).
	I postulati della relatività.
	Concetto di SdR: etichetta di posizione e orologio in ogni punto dello spazio; sincronizzazione degli orologi con c dato.
	Conseguenze dei postulati: relatività della simultaneità.
	Conseguenze dei postulati: dilatazione tempi.
	Conseguenze dei postulati: contrazione lunghezze longitudinali.
	Conseguenze dei postulati: non contrazione lunghezze trasversali.
3-dic-13	
	Incompatibilità delle trasformazioni di Galileo con i postulati della relatività.
	Deduzione delle trasformazioni di Lorentz uni-dimensionali dai postulati.
	Trasformazioni di Lorentz speciali; trasformazione inversa; forma matriciale; rapidità.
	Cenno al concetto di tensore tri-dimensionale; scalari e vettori per rotazioni (SO(3)).
	Cenno al concetto di tensore quadri-dimensionale; scalari e vettori per Lorentz.
	Quadrivettori controvarianti e covarianti; prodotto scalare invariante.
	Parallelo tra il concetto di scalare, vettore e tensore per rotazioni e per Lorentz.
4-dic-13	
	Conseguenze delle trasformazioni di Lorentz: dilatazione dei tempi, contrazione lunghezze longitudinali, non contrazione lunghezze trasversali.
	Tempo proprio e lunghezza propria.
	Legge di trasformazione delle velocità (trasformazioni speciali).
	Invarianza di c.
	Velocità propria, tempo proprio e quadri-velocità; quadri-accelerazione
	Velocità relativa e mutua.
	Quadri-impulso.
	Dinamica relativistica: impulso, energia e quadri-impulso; limite non-relativistico e ultra-relativistico; energia cinetica; particelle a massa nulla.
9-dic-13	
	Conservazione dell'impulso per un sistema isolato in meccanica classica e legame con la conservazione della massa.
	Conservazione del quadri-impulso per un sistema isolato in meccanica relativistica e legame con la conservazione dell'energia.
	Forza e potenza per un sistema non isolato.
	Esempi/Applicazioni: analisi dell'esperimento di MM in termini di etere e meccanica galileo-newtoniana.
	Esempi/Applicazioni: muoni atmosferici ultra-relativistici da raggi cosmici, dilatazione vita media e contrazione distanze nel SdR del muone.
	Esempi/Applicazioni: velocità relativa di due particelle ultra-relativistiche in un collisionatore di particelle; velocità mutua.
	Esempi/Applicazioni: composizione di due velocità prossime a quella della luce; invarianza della velocità della luce.
	Esempi/Applicazioni: stato composto da urto totalmente anelastico; processo inverso di produzione energia da fissione nucleare.

11-dic-13	Invarianza e conservazione della carica elettrica; densità di carica e corrente e legge di trasformazione; quadri-corrente. Esempi elementari di trasformazione dei campi: condensatore piano, strato piano di corrente infinito solenoide e filo rettilineo infinito. Legge generale di trasformazione dei campi EM. Cenno al quadripotenziale e al tensore di campo EM; invarianti dei campi. Esempi/Applicazioni: filo percorso da corrente. Esempi/Applicazioni: spira rettangolare in moto e apparizione di un momento di dipolo elettrico.
17-dic-13	Esempi/Applicazioni: effetto di beaming relativistico. Esempi/Applicazioni: inerzia dell'energia, la scatola di Einstein. Esempi/Applicazioni: moto apparentemente super-luminale (laser sulla Luna e forbici super-luminali).
18-dic-13	Alcune evidenze e conferme sperimentali della fisica relativistica. c come velocità limite: violazione della causalità in presenza di segnali super-luminali. EG
	END HERE
24-feb-14	Dalle equazioni di Maxwell all'equazione di d'Alembert per i campi EM, vuoto e mezzi perfetti. Richiamo sull'equazione di Poisson per i potenziali EM. Richiamo all'equazione della corda vibrante. Generalità sulle onde; esempi di onde. Equazione d'onda classica di D'Alembert.
25-feb-14	Caso unidimensionale, onde di D'Alembert, soluzioni speciali: modi normali, onde viaggianti, onde monocromatiche, soluzione generale. Principio di sovrapposizione per l'equazione di D'Alembert, omogenea e non omogenea. Onde monocromatiche: frequenza, numero d'onda, costante di fase e fase. Soluzione generale in una dimensione. Caso tridimensionale, soluzioni speciali: onde piane e onde piane monocromatiche; cenno a sviluppo in serie e integrale di Fourier. Cenno alle onde sferiche isotrope. Considerazioni energetiche. Cenno alle onde cilindriche isotrope. Considerazioni energetiche.
3-mar-14	Rappresentazione complessa di grandezze armoniche. Somma di funzioni armoniche, formalismo reale e complesso (cenno). Vettore d'onda complesso; onde omogenee e onde non omogenee; uso nella relazione di dispersione. Onde EM nel vuoto, mezzo perfetto e conduttore ohmico: derivazione della equazione d'onda, confronto; relazione di dispersione complessa; vettore d'onda complesso. Onde EM nel vuoto: soluzione per onde piane monocromatiche; condizioni su vettore d'onda, frequenza e costante di fase. Trasversalità delle onde EM piane e relazioni tra vettore d'onda e campi EM.
4-mar-14	Intensità delle onde MPW EM nel vuoto e densità di energia; radianza e irradianza. Relazione generale tra densità di energia e flusso di energia; velocità di trasporto dell'energia. Onde EM in mezzi perfetti: soluzione per onde MPW; indice di rifrazione; analogia e differenza con il vuoto; intensità e densità di energia. Ripasso su velocità di fase, vettore d'onda, frequenza e lunghezza d'onda per onde MPW EM in mezzi perfetti; confronto con il vuoto. Componente longitudinale dei campi in onde EM piane non monocromatiche. Polarizzazione delle onde EM.
10-mar-14	Polarizzazione circolare, elicità e sfasamento. Combinazione di stati di polarizzazione lineare e circolare; basi per la polarizzazione: polarizzazione lineare e circolare. Esempi/Applicazioni: polarizzazione lineare da polarizzazione circolare. Estinzione delle onde EM (assorbimento e scattering), trasmissione; legge di Beer-Lambert, lunghezza di attenuazione e sezione d'urto. Mezzi EM non LHI: fenomenologia; Esempi/Applicazioni. Dicroismo lineare e circolare; polarizzazione per dicroismo. Legge di Malus e polaroid.
11-mar-14	Birifrangenza ed attività ottica, naturali ed indotte; lamina quarto d'onda e mezz'onda. Esempi/Applicazioni: misura di campi magnetici con effetto Faraday. Esempi/Applicazioni: cella di Kerr. Onde non piane-monocromatiche: treno d'onda sinusoidale di lunghezza finita. Onde non piane-monocromatiche: approssimazione di onda sferica e piana lontano dalla sorgente. Onde non piane-monocromatiche: luce naturale e polarizzazione. Polarizzatori; stati di polarizzazione e grado di polarizzazione.
17-mar-14	Forza e Momento esercitato dalla radiazione EM per assorbimento/riflessione; modello corpuscolare: pressione e flusso di momento angolare (momento per unità di area). Forza e Momento esercitato dalla radiazione EM per assorbimento/riflessione; modello ondulatorio per pressione con assorbimento totale. Esempi/Applicazioni: pressione di radiazione solare e coda delle comete. Onda EM monocromatica piana e riflessione da piano infinito fatto da conduttore perfetto; meccanismo fisico della generazione dell'onda riflessa e trasmessa. Onde stazionarie in una cavità EM unidimensionale; modi normali; analogia con la corda vibrante; flusso di energia.
18-mar-14	Cavo coassiale: dal modello discreto all'onda. Guida d'onda EM rettilinea a sezione rettangolare perfettamente conduttrice. Soluzione TE ₁₀ ; dispersione; velocità di fase e cenno alla velocità di gruppo. Frequenza critica (di cutoff) e non propagazione per frequenze inferiori alla frequenza critica; vettore d'onda immaginario e assorbimento. Cenno ad altre soluzioni (modi di ordine superiore). Cenno al calcolo di B e del flusso/densità di energia. Onde EM reali: dispersione, assorbimento, cut-off in frequenza, non trasversalità, velocità di trasporto dell'energia. Onde non piane-monocromatiche: sovrapposizione di due onde a frequenza diversa.
24-mar-14	Modulazione di ampiezza, dispersione e velocità di gruppo (cenno); cenno alla modulazione di frequenza. Cenni alla serie ed integrale di Fourier e all'uso nella rappresentazione di grandezze fisiche; spettro in frequenza di un segnale. Esempi/Applicazioni: spettro di un segnale costante di durata finita; cenno alla relazione di indeterminazione.

	Lo spettro delle onde elettromagnetiche; spettri di emissione e di assorbimento.
	Radianza/Irradianza (cenno); fascio parallelo e flusso omnidirezionale; analogia con la densità di corrente.
31-mar-14	
	Materiali isotropi, omogenei ed elastici; deformazioni uniformi; analisi puramente meccanica (processi isoentropici).
	Caratterizzazione statica dei solidi LHI: modulo di Young, di Poisson, di scorrimento e di compressibilità.
	Relazioni tra i quattro moduli per solidi LHI; limiti ai valori dei quattro moduli.
	Esempi/Applicazioni: compressione/dilatazione di un sbarra vincolata lateralmente.
	Esempi/Applicazioni: compressione/dilatazione di un parallelepipedo in pressione uniforme.
	Limiti sul modulo di Poisson.
	Esempi/Applicazioni: variazione della densità dell'acqua dell'oceano.
1-apr-14	
	Onde longitudinali uni-dimensionali in una sbarra LHI; equazione delle onde e velocità di fase; forza di volume.
	Esempi/Applicazioni: velocità delle onde sonore in un gas: ipotesi adiabatica e isoterma.
	Esempi/Applicazioni: filo elastico massivo con/senza massa appesa: soluzione statica.
	Esempi/Applicazioni: filo inestensibile massivo come limite del filo elastico.
	Onde meccaniche longitudinali: espressioni generali di densità di energia.
7-apr-14	
	Onde meccaniche longitudinali: espressioni generali di densità di energia, potenza, flusso di energia (intensità) e relazioni.
	Onde meccaniche longitudinali monocromatiche piane: applicazione delle relazioni energetiche.
	Relazione tra flusso e densità di energia per onde meccaniche longitudinali monocromatiche piane; velocità dell'energia.
	Quantità di moto e momento angolare per onde meccaniche longitudinali, cenno alle espressioni generali.
	Esempi/Applicazioni: cenno alle onde su acqua; relazione di dispersione; modello per lo tsunami.
	Concetto di impedenza delle onde (onde MPW).
	Effetto Doppler per onde meccaniche; osservatore in moto, sorgente in moto; analogia con il nastro trasportatore.
	Effetto Doppler per onde EM; invarianza della fase; effetto Doppler trasverso.
8-apr-14	
	Esempi/Applicazioni: effetto Doppler EM trasverso.
	Esempi/Applicazioni: effetto Doppler EM: spostamento verso il rosso e verso il blu.
	Esempi/Applicazioni: Aberrazione della luce (cenno).
	Esempi/Applicazioni: autovelox, onde meccaniche e onde EM.
	Onde d'urto meccaniche; numero di Mach.
	Radiazione Cherenkov e di transizione.
	Cenno alla ecografia Doppler.
	Cenno alle onde d'urto meccaniche in generale; terremoti.
	Velocità del suono in vari mezzi.
	Sensibilità sonora dell'orecchio; decibel.
14-apr-14	
	Riflessione e trasmissione delle onde, condizioni cinematiche ad interfaccia piana: uguaglianza delle frequenze.
	Riflessione e trasmissione delle onde, condizioni cinematiche ad interfaccia piana: leggi di Snell; riflessione interna totale.
	Onde EM: impedenza e intensità per Z reale.
	Relazioni di Fresnel per l'intensità dell'onda riflessa e trasmessa.
	Esempi/Applicazioni: incidenza normale vetro-aria.
16-apr-14	
	Discussione relazioni di Fresnel per l'intensità di onda riflessa e trasmessa; proprietà; riflessione/trasmmissione normale e radente.
	Relazioni di Fresnel: formule per materiali non magnetizzabili.
	Bilancio energetico in riflessione/trasmmissione.
	Angolo di Brewster e polarizzazione della luce riflessa e trasmessa.
	EG: Pressione di Radiazione a incidenza qualunque e da flusso isotropo.
	EG: Campi quadratici medi prodotti da una lampadina.
	EG: Ampiezza vibrazione sonora per minima intensità udibile.
	EG: Intensità per sovrapposizione di onde EM MPW con polarizzazioni perpendicolare.
28-apr-14	
	Onde meccaniche longitudinali: riflessione trasmissione; impedenza delle onde meccaniche longitudinali.
	Impedenza e adattamento di impedenza.
	Esempi/Applicazioni: forma del sole al tramonto; arcobaleno; curvatura della luce in atmosfera; raggio verde; miraggi.
	Esempi/Applicazioni: iRifl/Refra di onde EM e meccaniche; sonar; ecografia; indice di rifrazione per acqua; dispersione; diamante; fibre ottiche.
	Principio di Huygens: riflessione e trasmissione delle onde, cenno.
	Principio di Fermat: riflessione e trasmissione delle onde, cenno.
29-apr-14	
	Esempi/Applicazioni: strato anti-riflettente (riflessioni multiple versus condizioni al contorno).
	Interferenza: generalità; interferenza alla Fraunhofer; interferenza costruttiva e distruttiva.
	Esempio di interferenza tra due onde monocromatiche piane alla stessa frequenza viaggianti nella stessa direzione; effetto dello sfasamento alla sorgente.
	Esempio di interferenza tra due onde monocromatiche sferiche alla stessa frequenza; effetto della differenza di cammino ottico in 2D/3D.
	Non interferenza di onde a frequenza diversa; sorgenti coerenti ed incoerenti; condizioni necessarie per l'interferenza.
	Dipendenza dello sfasamento dal cammino in due o più dimensioni: frange di interferenza e visibilità (contrasto).
5-mag-14	
	Interferenza tra onde sferiche identiche: due antenne di dipolo ed esperimento di Young, interferenza costruttiva e distruttiva.
	Calcolo della figura di interferenza per due antenne di dipolo identiche con fase arbitraria in approssimazione di Fraunhofer; discussione.
	Calcolo della figura di interferenza per N antenne di dipolo identiche con stessa fase in approssimazione di Fraunhofer; discussione (phased-array).

6-mag-14	Interferenza per N antenne di dipolo identiche con stessa fase in approssimazione di Fraunhofer: posizione e larghezza dei picchi di interferenza. Interferenza per N antenne di dipolo identiche con sfasamenti costanti in approssimazione di Fraunhofer. Interferenza: cenno al caso bi-dimensionale e tri-dimensionale. Osservazione delle frange di interferenza all'infinito; lente. Diffrazione: generalità; interferenza alla Fraunhofer. Principio di Huygens, forma semplificata con fronte d'onda piano su apertura su schermo piano. Diffrazione da fenditura lunga e sottile. Diffrazione da fenditura rettangolare. Diffrazione da fenditura circolare. Potere risolutivo di una fenditura circolare; telescopio e occhio.
13-mag-14	Reticolo di interferenza; potere risolutivo; posizioni e larghezza dei picchi; reticolo di interferenza in riflessione (CD/DVD). Esempi/Applicazioni: punto luminoso di Poisson; potere risolutivo di occhio e telescopio; divergenza angolare penna laser. Cenno agli interferometri di Michelson e Rayleigh. Cenno alla coerenza temporale e spaziale; non monocromaticità e estensione della sorgente. Cenno al laser. Cenno all'olografia. Irraggiamento; metodo di Thompson. Campo di radiazione per moto non relativistico a grande distanza da sorgenti piccole; formula di Larmor.
14-mag-14	Campo di radiazione per moto non relativistico a grande distanza da sorgenti piccole; caratteristiche. Irraggiamento da dipolo elettrico oscillante; campi e potenza. Irraggiamento da dipolo magnetico oscillante; campi e potenza. Dipolo oscillante in termini di corrente; resistenza di radiazione.
19-mag-14	Radiazione di ciclotrone, sincrotrone e bremsstrahlung. Modello classico di Drude-Lorentz per la risposta di un mezzo non polare e non magnetico diluito. Discussione del modello di Drude-Lorentz per la risposta di un mezzo non polare e non magnetico diluito. Permeabilità elettrica e conducibilità per conduttori: trattazione separata di cariche libere e legate e trattazione congiunta. Dispersione e permeabilità elettrica complessa; indice di rifrazione complesso; dispersione normale ed anomala.
20-mag-14	Diffusione da molecole nella materia; diffusione Rayleigh e Thomson; polarizzazione della luce diffusa. Esempi/Applicazioni: corona solare, radiazione cosmica di fondo, colore delle nuvole; allargamento Doppler delle linee spettrali. Esempi/Applicazioni: blu del cielo, rosso del sole ad alba e tramonto; diffusione delle nuvole. Onde EM in materia: energia ceduta e permeabilità elettrica complessa. Mezzi conduttori: permeabilità elettrica e conducibilità; relazione. Descrizione macroscopica: equazioni di Maxwell per un mezzo LHI Ohmico; permeabilità elettrica e conducibilità. Formalismo complesso e vettore d'onda complesso; algebra e valor medio per campi armonici complessi; vettore di Poynting. Vettore d'onda complesso; onde omogenee e onde non omogenee. Onde EM in materiale perfetto; vettore di Poynting; impedenza di onda ed espressione dell'intensità. Onde EM in mezzi materiali conduttori: conducibilità statica, costante di smorzamento e frequenza di plasma. Modello di Drude per un conduttore: buoni e cattivi conduttori; casi limite: basse e alte frequenze. Esempi/Applicazioni: black-out telecomunicazioni nel rientro dei satelliti. Buon conduttore e cattivo conduttore in funzione della frequenza (esempio del rame). Onde EM in mezzi materiali: caso di permeabilità elettrica e conducibilità quasi reali. Buoni e cattivi conduttori: mezzi trasparenti e corpi neri; effetto pelle.
26-mag-14	Il principio di Fermat e l'ottica geometrica. Ottica geometrica come limite per piccola lunghezza d'onda dell'ottica ondulatoria. Definizioni generali sui sistemi ottici e convenzioni. Diottro sferico, approssimazione gaussiana. Lente sottile, approssimazione gaussiana. Punti coniugati e formazione delle immagini.
27-mag-14	NO LEZIONE
2-giu-14	RECUPERO 27 maggio Ingrandimento lineare e angolare. Specchio sferico. Esempi/Applicazioni: Lente di ingrandimento semplice. Esempi/Applicazioni: Strumenti ottici: microscopio. Esempi/Applicazioni: Strumenti ottici: cannocchiale. Esempi/Applicazioni: Strumenti ottici: telescopio riflettore. Cenno alle aberrazioni del primo ordine.
2-giu-14	END HERE