

DATA	Durata (minuti)	Programma Fisica Generale 3 - Anno Accademico 2014-2015
22-set-14	70	Introduzione al corso.
22-set-14	30	EM; carica elettrica, conservazione, invarianza e quantizzazione. Cariche puntiformi; dipoli elettrici e magnetici reali e ideali; l'elettrostatica, carica puntiforme e dipolo magnetico ideale. Definizione operativa dei campi: forza di Lorentz.
23-set-14	100	Cenno: sistemi di unità di misura in EM. 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). Densità di carica di volume e di superficie. Densità di corrente di volume e di superficie. Densità di carica/corrente lineare.
24-set-14	100	Richiami di Algebra Vettoriale: cenni elementari al concetto di scalare e di vettore in fisica.
	-100	Coordinate Cartesiane ortogonali; delta di Kronecker ed Epsilon di Levi-Civita.
	comune FG2	Prodotto tra due vettori.
	comune FG2	Esempi/Applicazioni: descrizione di un parallelogramma attraverso un vettore.
	comune FG2	Esempi/Applicazioni: teoremi dei seni e dei coseni.
	comune FG2	Prodotti tra tre vettori.
	comune FG2	Esempi/Applicazioni: componente parallela e ortogonale ad un versore di un vettore.
	comune FG2	Sistemi di vettori applicati; risultante, momento risultante.
	comune FG2	Cenni al calcolo in molte variabili; funzioni scalari e vettoriali.
	comune FG2	Cenno: derivazione e differenziazione; formula di Taylor
	comune FG2	Cenno: integrazione: 1, 2 e 3 variabili; integrali di linea e superficie (di scalari e vettori).
24-set-14	100	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. Dai campi alle forze e momenti: forza e momento in campo esterno su carica puntiforme e dipoli ideali. Esempi/Applicazioni: forza su dipolo elettrico. Esempi/Applicazioni: forza su spira magnetica sull'asse di un solenoide. Discontinuità dei campi EM: richiamo. Discontinuità delle componenti normali dei campi EM. Discontinuità delle componenti tangenziali dei campi EM.
25-set-14	100	Equazione di continuità della carica elettrica in forma integrale. Continuità delle componenti normali della densità di corrente in condizioni stazionarie e assenza di correnti alla superficie di interfaccia. Esempi/Applicazioni: leggi di Maxwell in forma integrale: strato piano infinito uniforme di carica e di corrente, campi EM. Esempi/Applicazioni: pressione elettrostatica e pressione magnetostatica (applicazioni del principio di sovrapposizione). Esempi/Applicazioni: pressione sulle pareti di un solenoide superconduttore. 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. Espressioni degli operatori vettoriali in coordinate cartesiane, cilindriche e sferiche. Equazioni di Maxwell dalla forma integrale a quella differenziale: equivalenza per domini di integrazione fissi.
29-set-14	100	Equazione di continuità della carica elettrica in forma differenziale; derivazione da equazioni di Maxwell. Flusso di carica, massa e parricelle. Interpretazione e significato in idrodinamica degli operatori integrali/differenziali: campo di velocità. Sorgenti e vortici. Esempi/Applicazioni: volume di un cono. Esempi/Applicazioni: corollario al teorema della divergenza e area vettoriale di una superficie chiusa. Operatori vettoriali lineari del secondo ordine; Laplaciano scalare e vettore. Cenno al teorema di Helmholtz; soluzione generale per E e B nel caso statico. Potenziale Scalare e Vettore di un campo vettoriale; condizioni per l'esistenza. Condizioni necessarie e sufficienti per esistenza di potenziale scalare e vettore. Potenziale scalare e vettore. Potenziale scalare e circuitazione di E. Potenziale vettore: flusso di B e circuitazione di A.
6-ott-14	100	Operatori vettoriali: esempi vari di campi vettoriali e discussione; divergenza e rotore. Richiami sul concetto di campo in fisica. Potenziale scalare e vettore. Invarianza di gauge. Gauge di Lorenz e Coulomb. 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 $v dq$, 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-14	100	Esempi/Applicazioni: Area come integrale di linea di $x \times dx$
	-100	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 coefficiente di mutua induttanza.
		Esempi/Applicazioni: coefficienti di capacità e induttanza (cenno).
		Esempi/Applicazioni: uso del simbolo nabla; avvertimenti.
20-ott-14	100	

		Sviluppo in multipoli del potenziale scalare; monopolio e dipolo; momento di dipolo elettrico per distribuzione arbitraria di carica.
		Sviluppo in multipoli del potenziale vettore; monopolio 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: Area come integrale di linea di $\mathbf{x} \times d\mathbf{x}$
		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/solenoide.
		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.
21-ott-14	50	
		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: 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.
22-ott-14	100	
		Esempi/Applicazioni: sbarra in moto in B uniforme e costante; fem indotta e cenno alla relatività dei campi EM.
		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.
		EM nella materia: generalità. Origine microscopica dei fenomeni EM in presenza di materia.
		Cenno alla insufficienza della Fisica microscopica Classica: irraggiamento degli elettroni atomici e non esistenza della magnetizzazione.
		Descrizione puramente macroscopica.
		Variabilità dei campi EM in materia; concetto di campo medio nella materia.
		Necessità del concetto di campo medio in presenza di materia.
28-ott-14	100	
		Polarizzazione; interpretazione microscopica in termini di deformazione ed orientamento.
		Magnetizzazione: interpretazione microscopica in termini di deformazione ed orientamento (correnti e spins).
		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.
		Esempi/Applicazioni: rapporto giromagnetico.
		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.
		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.
		Cenno alle proprietà Quant-Relat delle particelle: energia, impulso, momento angolare, massa, carica, spin, momenti di dipolo; grandezze dinamiche.
29-ott-14	100	
		Struttura della materia: atomi, molecole, ioni. Concetto di mole.
		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.
		Cariche libere, di polarizzazione; correnti libere, di polarizzazione, e magnetizzazione.
		Dal singolo atomo/molecola alla materia macroscopica; condensatori e induttanze.
		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.
3-nov-14	100	
		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.
		Analoga 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.
		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.
4-nov-14	100	
		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.
		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).
17-nov-14	100	Energia di un dipolo in campo esterno; effetto della temperatura. Polarizzazione/Magnetizzazione per orientamento; equazione di Langevin. Saturazione, riposta lineare. 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.
19-nov-14	100	Esempi/Applicazioni: precipitatore elettrostatico, xerox e larser 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. Esempi/Applicazioni: materiali ferro-magnetici; curva di isteresi. Esempi/Applicazioni: materiali ferro-elettrici; titanato di bario; piezo-elettricità e piro-elettricità; legge di Curie (cenno).
24-nov-14	100	Esempi/Applicazioni: studio del bilancio energetico di un conduttore Ohmico percorso da corrente: bilancio locale ed integrale. Campi EM e trasporto/immagazzinamento di energia, impulso e momento angolare; esempi. Conservazione dell'energia e primo principio della termodinamica. Bilancio di energia per i campi EM, teorema di Poynting e primo principio della termodinamica. Esempi/Applicazioni: effetto existen-DeHaas (cenno). Esempi/Applicazioni: cenno alle forze intermolecolari alla Van-der-Walls (cenno). Mezzi LH: proporzionalità tra le varie densità di carica e di corrente di volume (cenno). EM nella materia: sommario dei concetti.
2-dic-14	100	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). Esempi/Applicazioni: analisi dell'esperimento di MM in termini di etere e meccanica galileo-newtoniana. I postulati della relatività. Concetto di SdR: etichetta di posizione e orologio in ogni punto dello spazio; sincronizzazione degli orologi con c dato.
9-dic-14	100	Conseguenze dei postulati: relatività della simultaneità. Conseguenze dei postulati: dilatazione tempi. Conseguenze dei postulati: contrazione lunghezze longitudinali. Conseguenze dei postulati: non contrazione lunghezze trasversali. 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.
10-dic-14	100	Trasformazioni di Lorentz speciali e pure; trasformazione inversa; rapidità. Conseguenze delle trasformazioni di Lorentz: dilatazione dei tempi, contrazione lunghezze longitudinali, non contrazione lunghezze trasversali; contrazione del volume. Tempo proprio e lunghezza propria. Legge di trasformazione delle velocità (trasformazioni speciali). Velocità relativa e mutua. 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.
11-dic-14	100	Velocità propria, tempo proprio e quadri-velocità; quadri-accelerazione. 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. Quadri-vettori controvarianti e covarianti; prodotto scalare invariante. Parallelo tra il concetto di scalare, vettore e tensore per rotazioni e per Lorentz. Conservazione dell'impulso per un sistema isolato in meccanica classica e legame con la conservazione della massa. Quadri-impulso. Dinamica relativistica: impulso, energia e quadri-impulso; limite non-relativistico e ultra-relativistico; energia cinetica; particelle a massa nulla. Conservazione del quadri-impulso per un sistema isolato in meccanica relativistica e legame con la conservazione dell'energia. Esempi/Applicazioni: stato composto da urto totalmente anelastico; processo inverso di produzione energia da fissione nucleare.
15-dic-14	100	Forza e potenza per un sistema non isolato. 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 quadri-potenziale e al tensore di campo EM; invarianti dei campi.
17-dic-14	50	Cinematica dei protoni ad LHC. Esempi/Applicazioni: effetto di beaming relativistico. Esempi/Applicazioni: spira rettangolare in moto e apparizione di un momento di dipolo elettrico. Limite galileiano delle trasformazioni dei campi EM. c come velocità limite: violazione della causalità in presenza di segnali super-luminali. Esempi/Applicazioni: filo percorso da corrente. Esempi/Applicazioni: inerzia dell'energia, la scatola di Einstein. Esempi/Applicazioni: moto apparentemente super-luminale (laser sulla Luna e forbici super-luminali).
18-dic-14	100	Alcune evidenze e conferme sperimentali della fisica relativistica.
	-50	EG
	0	END HERE

2-mar-15	100	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. Principio di sovrapposizione per l'equazione di D'Alembert, omogenea e non omogenea. Soluzione generale in una dimensione. Caso unidimensionale, onde di D'Alembert, soluzioni speciali: modi normali, onde monocromatiche. Onde monocromatiche: frequenza, numero d'onda, costante di fase e fase.
3-mar-15	100	Esemplificazioni multimediali del concetto di onde; esempi vari. Rappresentazione complessa di grandezze armoniche. Caso unidimensionale, onde di D'Alembert, soluzioni speciali: onde stazionarie (e modi normali); onde viaggianti (e onde monocromatiche Piane), soluzione generale. Caso tridimensionale, soluzioni speciali: onde piane e onde piane monocromatiche. Cenno a sviluppo in serie e integrale di Fourier; concetto di spettro di frequenza di un segnale, discreto e continuo.
4-mar-15	100	Esercitazioni: impulsi viaggianti, sovrapposizione. Esercitazioni: onde MPW, velocità di fase. Esercitazioni: corda vibrante; calcolo dei modi normali. Esercitazioni: somma di funzioni armoniche, formalismo reale e complesso (cenno). Esercitazioni: onde armoniche, relazione tra onde monocromatiche piane e modi normali. Esercitazioni: vettore d'onda complesso; onde omogenee e onde non omogenee; uso nella relazione di dispersione.
9-mar-15	100	Esercitazioni: Onda piana: velocità di fase. Esercitazioni: cenno alle onde sferiche isotrope. Considerazioni energetiche. Esercitazioni: cenno alle onde cilindriche isotrope. Considerazioni energetiche. 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. Componente longitudinale dei campi in onde EM piane non monocromatiche.
10-mar-15	100	Polarizzazione delle onde EM. Polarizzazione circolare, elicità e sfasamento. Combinazione di stati di polarizzazione lineare e circolare; basi per la polarizzazione: polarizzazione lineare e circolare. Estinzione delle onde EM (assorbimento e scattering), trasmissione; legge di Beer-Lambert, lunghezza di attenuazione e sezione d'urto. 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.
11-mar-15	100	Esempi/Applicazioni: onde sferiche a grande distanza, approssimazione di onda piana. Esempi/Applicazioni: non esistenza del "vettore lunghezza d'onda" (ovvero impossibilità di definire un vettore lunghezza d'onda). Esempi/Applicazioni: non additività della variazione di intensità rispetto alla lunghezza del cammino; additività rispetto alla intensità incidente. Esempi/Applicazioni: polarizzazione lineare da polarizzazione circolare. Esempi/Applicazioni: Rappresentazione complessa per polarizzazione circolare. Esempi/applicazioni: onde stazionarie con polarizzazione circolare.
16-mar-15	100	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. 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. Mezzi EM non LHI: fenomenologia; Esempi/Applicazioni. Dicroismo lineare e circolare; polarizzazione per dicroismo. Legge di Malus e polaroid. Birifrangenza ed attività ottica, naturali ed indotte; lamina quarto d'onda e mezz'onda. Esempi/Applicazioni: cella di Kerr.
17-mar-15	100	Esempi/Applicazioni: lampadina, intensità, campi quadratici medi Esempi/Applicazioni: pressione di radiazione solare a terra; pressione di momento. Esempi/Applicazioni: relazione tra ϕ_x e ϕ_y e elicità della radiazione polarizzata circolarmente. Esempi/Applicazioni: basi per la polarizzazione: lineare e circolare; vettori complessi; verso di rotazione in fuizione dello sfasamento. Esempi/Applicazioni: pressione di radiazione ad incidenza non normale. Esempi/Applicazioni: sovrapposizione di one EM MPW nella stessa direzione con stessa frequenza: onda MPW risultante; intensità Esempi/Applicazioni: intensità di onda EM MPW in base alle componenti con polarizzazione lineare ortogonale. Esempi/Applicazioni: riflessione da una parete conduttrice perfetta.
18-mar-15	100	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. Polarizzatori; stati di polarizzazione e grado di polarizzazione. Esempi/Applicazioni: Stati di polarizzazione, lineare e circolare; formalismo; proprietà in termini dei vettori complessi.
23-mar-15	100	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.
25-mar-15	100	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. 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. 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. MULTIMEDIA Esempi/Applicazioni: misura di campi magnetici con effetto Faraday.

30-mar-15	100	<p>Materiali isotropi, omogenei ed elastici; deformazioni uniformi; analisi puramente meccanica (processi isoentropici).</p> <p>Caratterizzazione statica dei solidi LHI: modulo di Young, di Poisson, di scorrimento e di compressibilità.</p> <p>Relazioni tra i quattro moduli per solidi LHI: limiti ai valori dei quattro moduli.</p> <p>Esempi/Applicazioni: compressione/dilatazione di un sbarra vincolata lateralmente.</p> <p>Esempi/Applicazioni: compressione/dilatazione di un parallelepipedo in pressione uniforme.</p> <p>Limiti sul modulo di Poisson.</p>
31-mar-15	100	<p>Onde longitudinali uni-dimensionali in una sbarra LHI: equazione delle onde e velocità di fase; forza di volume.</p> <p>Esempi/Applicazioni: filo elastico massivo con/senza massa appesa: soluzione statica.</p> <p>Esempi/Applicazioni: filo inestensibile massivo come limite del filo elastico.</p> <p>Esempi/Applicazioni: espressione della velocità di fase in termini del bulk modulus.</p>
20-apr-15	100	<p>Onde meccaniche longitudinali: espressioni generali di densità di energia, potenza, flusso di energia (intensità) e relazioni.</p> <p>Onde meccaniche longitudinali monocromatiche piane: applicazione delle relazioni energetiche.</p> <p>Relazione tra flusso e densità di energia per onde meccaniche longitudinali monocromatiche piane; velocità dell'energia.</p> <p>Quantità di moto e momento angolare per onde meccaniche longitudinali, cenno alle espressioni generali.</p> <p>Concetto di impedenza delle onde (onde MPW).</p> <p>Effetto Doppler per onde meccaniche; osservatore in moto, sorgente in moto; analogia con il nastro trasportatore.</p> <p>Onde d'urto meccaniche; numero di Mach.</p> <p>Radiazione Cherenkov e di transizione.</p>
21-apr-15	100	<p>Esempi/Applicazioni: cenno alle onde su acqua; relazione di dispersione; modello per lo tsunami.</p> <p>Richiamo sulla relazione di dispersione: equazioni PDE lineari, soluzione MPW che sostituita fornisce una relazione algebrica.</p> <p>Esempi/Applicazioni: autovelox, onde meccaniche; cenno alla ecografia Doppler.</p> <p>Riflessione e trasmissione delle onde, condizioni cinematiche ad interfaccia piana: uguaglianza delle frequenze.</p> <p>Riflessione e trasmissione delle onde, condizioni cinematiche ad interfaccia piana: leggi di Snell; riflessione interna totale.</p> <p>Principio di Huygens: riflessione e trasmissione delle onde, cenno.</p> <p>Principio di Fermat: riflessione e trasmissione delle onde, cenno.</p>
22-apr-15	100	<p>Effetto Doppler per onde EM; invarianza della fase; effetto Doppler trasverso.</p> <p>Esempi/Applicazioni: effetto Doppler EM trasverso.</p> <p>Esempi/Applicazioni: effetto Doppler EM: spostamento verso il rosso e verso il blu.</p> <p>Esperimento di Ives-Stilwell.</p> <p>Esempi/Applicazioni: Aberrazione della luce (cenno).</p> <p>Esempi/Applicazioni: velocità delle onde sonore in un gas: ipotesi adiabatica e isoterma.</p> <p>Esempi/Applicazioni: variazione della densità dell'acqua dell'oceano.</p> <p>Velocità del suono in vari mezzi.</p> <p>Sensibilità sonora dell'orecchio: decibel.</p>
27-apr-15	100	<p>Onde EM: impedenza e intensità per Z reale.</p> <p>Relazioni di Fresnel per l'intensità dell'onda riflessa e trasmessa.</p> <p>Relazioni di Fresnel: formule per materiali non magnetizzabili.</p> <p>Bilancio energetico in riflessione/trasmmissione: incidenza normale.</p> <p>Esempi/Applicazioni: incidenza normale vetro-aria.</p> <p>Angolo di Brewster e polarizzazione della luce riflessa e trasmessa.</p>
28-apr-15	100	<p>Onde meccaniche longitudinali: riflessione trasmissione; impedenza delle onde meccaniche longitudinali.</p> <p>Impedenza e adattamento di impedenza.</p> <p>Bilancio energetico in riflessione/trasmmissione: incidenza arbitraria.</p> <p>Discussione relazioni di Fresnel per l'intensità di onda riflessa e trasmessa; proprietà; riflessione/trasmmissione normale e radente.</p> <p>Dispersione della luce.</p> <p>Esempi/Applicazioni: forma del sole al tramonto; arcobaleno; curvatura della luce in atmosfera; raggio verde; diamante.</p> <p>Cenno alle onde d'urto meccaniche in generale; terremoti.</p>
4-mag-15	100	<p>Esempi/Applicazioni: strato anti-riflettente (riflessioni multiple versus condizioni al contorno).</p> <p>Interferenza: generalità; interferenza alla Fraunhofer; interferenza costruttiva e distruttiva.</p> <p>Esempio di interferenza tra due onde monocromatiche piane alla stessa frequenza viaggianti nella stessa direzione; effetto dello sfasamento alla sorgente.</p> <p>Esempio di interferenza tra due onde monocromatiche sferiche alla stessa frequenza; effetto della differenza di cammino ottico in 2D/3D.</p> <p>Non interferenza di onde a frequenza diversa; sorgenti coerenti ed incoerenti; condizioni necessarie per l'interferenza.</p> <p>Dipendenza dello sfasamento dal cammino in due o più dimensioni: frange di interferenza e visibilità (contrasto).</p>
5-mag-15	100	<p>Interferenza tra onde sferiche identiche: due antenne di dipolo ed esperimento di Young, interferenza costruttiva e distruttiva.</p> <p>Calcolo della figura di interferenza per due antenne di dipolo identiche con fase arbitraria in approssimazione di Fraunhofer; discussione.</p> <p>Calcolo della figura di interferenza per N antenne di dipolo identiche con stessa fase in approssimazione di Fraunhofer; discussione (phased-array).</p> <p>Interferenza per N antenne di dipolo identiche con stessa fase in approssimazione di Fraunhofer: posizione e larghezza dei picchi di interferenza.</p> <p>Interferenza per N antenne di dipolo identiche con sfasamenti costanti in approssimazione di Fraunhofer.</p> <p>Interferenza: cenno al caso bi-dimensionale e tri-dimensionale.</p>
6-mag-15	100	<p>Diffrazione: generalità; interferenza alla Fraunhofer.</p> <p>Principio di Huygens, forma semplificata con fronte d'onda piano su apertura su schermo piano.</p> <p>Diffrazione da fenditura lunga e sottile.</p> <p>Diffrazione da fenditura rettangolare.</p> <p>Diffrazione da fenditura circolare.</p> <p>Potere risolutivo di una fenditura circolare; telescopio e occhio.</p>
11-mag-15	100	<p>Interferenza da lamina sottile (interferenza due raggi principali).</p> <p>Osservazione delle frange di interferenza all'infinito; lente.</p> <p>Intensità per sovrapposizione di onde EM MPW con polarizzazioni perpendicolare e stessa direzione.</p> <p>Onde EM incrociate con campi elettrici paralleli.</p> <p>Effetto della estensione della sorgente.</p> <p>Interferenza per N antenne di dipolo identiche con sfasamenti casuali in approssimazione di Fraunhofer.</p> <p>Interferenza per N antenne di dipolo identiche con posizioni casuali in approssimazione di Fraunhofer.</p>

12-mag-15	100	Reticolo di interferenza; potere risolutivo; posizioni e larghezza dei picchi; reticolo di interferenza in riflessione (CD/DVD). Cenno agli interferometri di Michelson e Rayleigh. Cenno all coerenza temporale e spaziale; non monocromaticita` e estensione della sorgente. Cenno al laser. Uso della rappresentazione complessa per calcolo di valor medio di prodotti di grandezze armoniche. Formalismo complesso e vettore d'onda complesso; algebra e valor medio per campi armonici complessi; vettore di Poynting. Esperimento di Young con lamina davanti a fenditura. Diffrazione da una fenditura come limite da un array di infinite sorgenti infinitesime. Esempi/Applicazioni: punto luminoso di Poisson; potere risolutivo di occhio e telescopio; divergenza angolare penna laser.
13-mag-15	100	Irraggiamento; metodo di Thompson. Campo di radiazione per moto non relativistico a grande distanza da sorgenti piccole; formula di Larmor. 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.
14-mag-15	50	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.
18-mag-15	100	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.
19-mag-15	100	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. 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. Diotro sferico, approssimazione gaussiana.
20-mag-15	100	Lente sferica sottile, approssimazione gaussiana. Punti coniugati e formazione delle immagini. Specchi sferici, approssimazione gaussiana.C612 Multimedia
26-mag-15	150	Cottura nel forno a microonde. Relazione tra assorbimento e riflessione; riflessione di un buon conduttore. Onda evanescente. Parametri per Ag, Cu e grafite. Potenza irradiata per dipolo elettrico e magnetico per onda EM in materia. Irraggiamento di dipolo elettrico in termin di corrente; confronto radiazione di dipolo elettrico e magnetico. Impedenza di radiazione di una antenna. Ingrandimento angolare, lineare traasversale, lineare longitudinale. Lente di ingrandimento.
27-mag-15	100	Microscopio; cenno al canocchiale Galileiano e Kepleriano. Lente focalizzante su sensore a pixels: messa a fuoco, `profondita` di fuoco, seprazione angolare (pixel e diffrazione); cenno all'aberrazione sferica; cenno ai diaframmi. Modello di Bohr e irraggiamento di larmor; dinamica adiabatica e non relativistica. Angolo di Brewster: reciprocita` su lamina piana immersa in mezzo esterno. Angolo di Brewster: complmentarita` di angolo e angolo di trasmisione. Angolo di Brewster amagnetico. Cenno ai metamateriali.
27-mag-15	0	NO LEZIONE
2-giu-15	100	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-15	0	END HERE