

DATA	Programma Fisica Generale 3 Anno Accademico 2023-2024
in 25-set-23	
	Introduzione al corso.
	Introduzione al corso.
ar 26-set-23	
	Cenni preliminari al concetto di scalare, vettore e tensore in CC sotto $SO(3)$ ; esempi di non-scalari e non-vettori.
	Coordinate Cartesiane: simboli Delta di Kronecker ed Epsilon di Levi-Civita; convenzione di somma su indici ripetuti.
	Altri sistemi di coordinate: polari ortonormali; cilindriche ortonormali; sferiche ortonormali.
	Richiami di Algebra Vettoriale: spazi vettoriali/affini, operazioni tra vettori.
	Somma di vettori.
	Prodotti tra due vettori, scalare e vettoriale; proprietà; in CC, espressioni in componenti in termini di delta ed epsilon.
	Prodotti tra tre vettori, proprietà.
	Esempi/Applicazioni: teoremi dei seni e dei coseni.
	Esempi/Applicazioni: descrizione di un parallelogramma attraverso un vettore; vettore elemento di superficie.
	Esempi/Applicazioni: componente parallela e ortogonale ad un versore di un vettore.
in 02-ott-23	
	NTZ
	NTZ
ar 03-ott-23	
	Vettori liberi e vettori applicati (cenno: spazi vettoriali e spazi affini).
	Sistemi di vettori applicati; variazione del polo.
	Sistemi di vettori applicati; momento polare e momento intrinseco (componente indipendente dal polo).
	Sistemi di vettori applicati; vettore risultante, momento risultante (polare + intrinseco).
	Equazioni algebriche vettoriali di primo grado.
	Richiami di calcolo vettoriale: derivazione, differenziazione; funzioni scalari e vettoriali; formula di Taylor; gradiente; esempi fisica.
	Richiami di calcolo vettoriale: integrazione su volumi, curve e superfici; scalari e vettori; esempi fisica.
	Esempi/Applicazioni: integrale di $dL$ su curva chiusa; scalare (lunghezza), vettore (zero).
	Esempi/Applicazioni: integrale di $dS$ su superficie chiusa; scalare (area), vettore (zero).
er 04-ott-23	
	Circuitazione e flusso di un campo vettoriale, additività di flusso e circuitazione; gradiente di un campo scalare.
	Rappresentazione in coordinate cartesiane di gradiente, divergenza e rotore.
	Definizione indipendente dalle coordinate di gradiente, divergenza e rotore; flusso e circuitazione, additività sui domini.
	Teoremi fondamentali del calcolo vettoriale integro-differenziale: gradiente, divergenza e rotore.
	Interpretazione e significato in idrodinamica degli operatori integrali/differenziali: campo di velocità. Sorgenti/Pozzi e Vortici.
	Significato fisico degli operatori e rappresentazione in un dato SdC.
	Derivazione delle espressioni di divergenza e rotore in coordinate CO; esemplificazione con flusso/corrente di particelle, massa, carica.
	Esempi/Applicazioni: teorema della divergenza; idrodinamica; rappresentazione div in coordinate Cartesiane.
	Esempi/Applicazioni: teorema del rotore; idrodinamica; rappresentazione rot in coordinate Cartesiane.
in 09-ott-23	
	Esempi/Applicazioni: nabra ed errori.
	Esempi/Applicazioni: conseguenze del teorema della divergenza; volume di un cono; integrali di superficie.
	Esempi/Applicazioni: conseguenze del teorema del rotore; area come integrale di linea di $x \times dx$ ; integrali di linea.
	Esempi/Applicazioni: momento di dipolo magnetico di una spira piana di forma arbitraria; calcolo come integrale su curva e area; additività.
	Esempi/Applicazioni: momento di dipolo magnetico di una spira di forma arbitraria; area vettoriale di una superficie arbitraria aperta/chiusa.
	Operatori differenziali lineari di secondo ordine; laplaciano scalare e vettore; laplaciano vettore in coordinate cartesiane.
	Potenziale scalare di campo irrotazionale e potenziale vettore di campo solenoidale; condizioni sul dominio.
	Definizione di gradiente, divergenza e rotore in 2D.
ar 10-ott-23	
	Teorema di Helmholtz; cenno alla elettrostatica e magnetostatica.
	Coordinate ortonormali generali; cenno.
	Espressioni degli operatori vettoriali in coordinate cartesiane, cilindriche e sferiche; laplaciano scalare e vettore; cenno.
	FARE: esempi di campi vettoriali, divergenza e rotore ==>> note.
	Da dipolo reale a limite di dipolo ideale (elettrico no magnetico)
	Richiamo: potenziale dipolo elettrico reale e ideale.
	Esempi/Applicazioni: campo elettrico di dipolo elettrico ideale da potenziale.
	Esempi/Applicazioni: caso statico: forza e momento su dipolo elettrico ideale come limite da dipolo reale, calcolo diretto; energia potenziale.

	Esempi/Applicazioni: forza e momento: calcolo da energia potenziale.
	Forze e momenti su dipoli; forza e momento risultanti interni di un sistema di dipoli.
n 16-ott-23	Principio di azione e reazione; applicazione a sistema di dipoli; violazione terza legge di Newton; principio di azione-reazione generale. Richiami di meccanica classica (Galilei-Newton) Sistema e universo; modellizzazione delle interazioni e modello di sistema. Modello di sistema: punto materiale, carica puntiforme, dipolo; corpo rigido, fluido, solido elastico,.... Interazioni: forze, coppie, momento totale. Meccanica Generale, richiami. Modellizzazione sistemi fisici: punto materiale, carica puntiforme, dipolo ideale,....; definizione quantità d Principi: Inerzia, Equazioni Cardinali; Azione e Reazione. Teoremi fondamentali: Centro di massa, Koenig. GINV: Invarianza Galileiana. Da cariche e correnti ai campi: equazioni di Maxwell in forma integrale per domini fissi. Equazioni di Maxwell dalla forma integrale a quella differenziale: equivalenza per domini di integrazione fissi. Equazioni di Maxwell, continuità della carica e forza di Lorentz; equazione di continuità e bilancio Struttura delle equazioni di Maxwell; relazioni, similitudini e differenze. Definizione operativa dei campi: forza di Lorentz. Il principio di sovrapposizione. Forze a due corpi; cenno a forze a tre corpi. Equazione di continuità della carica elettrica in forma integrale, differenziale; conservazione della carica come conseguenza delle equaz Potenziale scalare e vettore.
ar 17-ott-23	Potenziale scalare e circuitazione di E. Potenziale vettore: flusso di B e circuitazione di A. Invarianza di gauge. Gauge di Lorenz e Coulomb. Equazioni di D'Alembert per i potenziali (gauge di Lorenz). Penziali nel caso statico. Equazione di Poisson e Laplace per potenziale scalare e vettore; soluzione generale per distribuzione di cari dq e $\nabla \cdot \mathbf{dq}$ , 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 elet Esempi/Applicazioni: potenziale vettore sull'asse di spira circolare piana; impossibilità del calcolo del campo sull'asse dal potenziale.
n 23-ott-23	Sommario: elettrostatica e magnetostatica. Sviluppo in multipoli cartesiani del potenziale scalare; monopolo e dipolo; momento di dipolo elettrico per distribuzione arbitraria di car Sviluppo in multipoli cartesiani del potenziale vettore; monopolo e dipolo; momento di dipolo magnetico per distribuzione arbitraria di c Monopolo, dipolo, quadrupolo, etc. cenno. Confronto tra lo sviluppo in multipoli dei campi elettrico/magnetico e di quello gravitazionale. Potenziale di dipolo elettrico ideale; deduzione da dipolo reale (due cariche puntiformi uguali e opposte). Potenziale di dipolo magnetico ideale; deduzione da dipolo reale (spira piana), cenno. Esempi/Applicazioni: indipendenza da origine di momenti di dipolo. EM; carica elettrica, conservazione, invarianza e quantizzazione.
n 30-ott-23	EG (allerta meteo) EG (allerta meteo)
ar 31-ott-23	Maxwell Equations Unify Electric Magnetic Phenomena; and optics. Linearità delle equazioni di Maxwell. Cariche puntiformi; dipoli elettrici e magnetici reali e ideali; l'elettrone, carica puntiforme e dipolo magnetico ideale. Richiamo: densità di carica di volume e di superficie. Densità di corrente di volume e di superficie. Densità di carica/corrente lineare. Legge di Coulomb e campo elettrico di distribuzione statica arbitraria di carica (da potenziali) Legge di Biot-Savart e campo magnetico di distribuzione stazionaria arbitraria di corrente. Discontinuità dei campi EM: richiamo. Discontinuità delle componenti normali dei campi EM. Discontinuità delle componenti tangenziali dei campi EM. Continuità delle componenti normali della densità di corrente in condizioni stazionarie e assenza di correnti alla superficie di interfaccia Definizione di resistenza; legge di Ohm.
n 06-nov-23	

	Cenno alla trasformazione tra forma integrale e differenziale delle Equazioni di Maxwell per domini in movimento; legge di FNL.
	Forza elettromotrice: definizione generale, origine EM e origine non-EM.
	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.
	Relazione tra densità di corrente e campi EM e/o altre forze impresse alle cariche libere. Disco di Faraday.
	Conduttori ohmici, proprietà; linearità, omogeneità, isotropia.
	Conduttori perfetti, proprietà; cenno ai superconduttori. Isolanti perfetti.
	Esempi/Applicazioni: campi EM entro conduttore perfetto.
	Esempi/Applicazioni: Campo magnetico su asse di spira piana circolare.
	Esempi/Applicazioni: Campo magnetico su asse di solenoide finito; passaggio dalle N spire discrete alla corrente di superficie continua.
07-nov-23	
	Esempi/Applicazioni: LIMITI per campo magnetico su asse di solenoide finito: solenoide ideale e spira.
	FNL: Controesempi alla legge del flusso.
	Esempi/Applicazioni: Valori tipici della conducibilità.
	Esempi/Applicazioni: campo a distanza di un condensatore/solenoide (calcolo esatto su asse)
	Esempi/Applicazioni: campo di dipolo elettrico e magnetico ideale: confronto, vicino e lontano.
	Confronto: analogie e differenze tra caso elettrico e magnetico; linee di campo.
	Esempi/Applicazioni: forza su spira magnetica sull'asse di un solenoide.
	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: giunzione tra due conduttori, continuità componente normale densità di corrente in condizioni stazionarie e asser
	Esempi/Applicazioni: differenze di potenziale e misura di un voltmetro, esempio solenoide ideale con corrente variabile e misure ddp.
08-nov-23	
	EM nella materia; generalità. Origine microscopica dei fenomeni EM in presenza di materia.
	Cenni elementari introduttivi all'origine microscopica delle proprietà EM macroscopiche; momenti di dipolo.
	Polarizzabilità; interpretazione microscopica in termini di deformazione ed orientamento.
	Magnetizzabilità; 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: atomo di idrogeno (modello semi-classico); irraggiamento di Larmor; dinamica adiabatica e non relativistica.
	Esempi/Applicazioni: rapporto giromagnetico.
	Cenno alla insufficienza della Fisica microscopica Classica: irraggiamento degli elettroni atomici e non esistenza della magnetizzazione.
10-nov-23	
	Esempi/Applicazioni: tempo di rilassamento di un conduttore ohmico omogeneo.
	Descrizione puramente macroscopica.
	Punto di vista macroscopico.
	Cenni elementari introduttivi alla fisica della materia: mole, atomo, nucleo, molecole, aggregati di molecole.
	Cenni elementari introduttivi alle proprietà dinamiche dei costituenti microscopici: dualismo particella-onda, quantizzazione, energia, in
	Cenno alle proprietà Quant-Relat delle particelle: energia, impulso, momento angolare, massa, carica, spin, momenti di dipolo; grande
	Cenno alla origine microscopica del magnetismo: momenti angolari orbitali e di spin, momento di dipolo magnetico; para-/dia-, ferrom
	Cenno al concetto di quantizzazione; cenno ai modi normali della corda vibrante.
13-nov-23	
	Struttura della materia: atomi, molecole, ioni. Concetto di mole.
	Introduzione: Polarizzabilità e Magnetizzabilità di un atomo/molecola: dal microscopico al macroscopico; da pochi a numero di Avogadr
	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.
	Richiamo sul concetto di tensore di secondo ordine; esempio di tensore di polarizzabilità.
	Fenomenologia: materiali polarizzabili/magnetizzabili; effetto di un campo esterno: polarizzazione/magnetizzazione; polarizzazione/ma
	Definizione di polarizzazione e magnetizzazione; macroscopico.
	Necessità del concetto di campo medio in presenza di materia; variabilità microscopica.
	<b>Polarizzazione e/o Magnetizzazione fissate: esempi (lastra sottile infinito polarizzato, cilindro sottile infinito magnetizzato).</b>
	Polarizzazione e/o Magnetizzazione fissate: cilindro uniformemente polarizzato e cilindro uniformemente magnetizzato: cariche e corre
	Confronto elementare tra polarizzazione e magnetizzazione; equivalenza di campo medio in materia con campo di distribuzione equiva
	Dal singolo atomo/molecola alla materia macroscopica; condensatori e induttanze.
	Cariche libere, di polarizzazione; correnti libere, di polarizzazione, di magnetizzazione.
	Equazioni di Maxwell in presenza di materia; campi ausiliari D ed H.
	Necessità di una relazione tra campo totale (non campo esterno) e Polarizzazione/Magnetizzazione.
	Relazioni costitutive; differenza tra campo locale e medio rispetto a polarizzabilità/magnetizzabilità e polarizzazione/magnetizzazione

	molecola di HCl, ionicità/covalenza del legame chimico.
	momento di dipolo elettrico della molecola di HCl.
14-nov-23	<p>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.</p> <p>Relazioni costitutive del materiale; mezzi LHI; materiali omogenei e non; materiali isotropi e non.</p> <p>Suscettività elettrica e magnetica; cenno alla definizione storica obsoleta della suscettività.</p> <p>Permeabilità elettrica e magnetica; limiti sui valori della permeabilità statica.</p> <p>Relazioni costitutive: risposta non isotropa (cenni); conducibilità, permeabilità elettrica/magnetica; cenno ai tensori di pola, magn e cond.</p> <p>Relazioni costitutive: risposta non omogenea, cenni.</p> <p>Relazioni costitutive: polarizzazione e magnetizzazione rigide, sviluppo in serie di Taylor della risposta.</p> <p>Equivalenza del campo prodotto da un materiale a quello prodotto dalle cariche coulombiane e/o le correnti amperiane equivalenti.</p> <p>Calcolo di campo elettrico/magnetico per polarizzazione e magnetizzazione assegnate.</p> <p>Insufficienza della carica libera per determinare D; insufficienza della corrente libera per determinare H. Teorema di Helmholtz.</p> <p>Discontinuità dei campi.</p> <p>Rifrazione delle linee di campo in mezzi LHI: E,B,D,H.</p>
20-nov-23	<p>Sommario equazioni dei campi EM nella materia.</p> <p>Deduzione euristica per densità di volume e superficie di carica di polarizzazione, corrente di polarizzazione; deduzione.</p> <p>Deduzione euristica per densità di volume e superficie di corrente di magnetizzazione; deduzione.</p> <p>Deduzione alternativa in coordinate cartesiane della densità di carica e corrente di polarizzazione/magnetizzazione; cenno.</p> <p>Cenno alla deduzione rigorosa della densità di carica e corrente di polarizzazione/magnetizzazione.</p> <p>Effetto di Materiale in condensatore/induttore (singolo-conduttore/mutua-induttanza).</p> <p>Polarizzazione/Magnetizzazione in campi esterni; campo E/B prodotto dalla materia; feedback, Polarizzazione/Magnetizzazione e campo.</p> <p>Polarizzazione e Magnetizzazione rigide: sfera uniformemente polarizzata e sfera uniformemente magnetizzata: cariche e correnti equivalenti.</p> <p>Esempi/Applicazioni: campo prodotto da una sfera uniformemente polarizzata, con polarizzazione assegnata.</p>
21-nov-23	<p>Esempi/Applicazioni: campo prodotto da una sfera uniformemente magnetizzata, con magnetizzazione assegnata.</p> <p>Esempi/Applicazioni: sfera di materiale LHI, polarizzabile in campo esterno dato; polarizzabilità; sfera conduttrice come caso limite.</p> <p>Esempi/Applicazioni: sfera di materiale LHI, magnetizzabile in campo esterno dato; magnetizzabilità; sfera diamagnetica perfetta come caso limite.</p> <p>Carica puntiforme e due materiali polarizzabili: insufficienza dell'inserimento della permeabilità (cenno).</p> <p>Sfera di materiale, polarizzata/magnetizzata rigidamente; confronto tra caso elettrico e magnetico.</p> <p>Analoga formale, in condizioni statiche e in assenza di cariche/correnti libere, tra le equazioni per E ed H. Densità di carica magnetica (fittizia).</p> <p>Concetto di carica magnetica (fittizia).</p> <p>Casi limite: suscettività elettrica +infinito; suscettività magnetica -1.</p> <p>Confronto suscettività elettrica verso magnetica; valori e limiti.</p> <p>Confronto: analogie e differenze tra caso elettrico e magnetico: vettori E/B/D/H e permeabilità e suscettibilità.</p> <p>Sfera di materiale LHI, polarizzabile/magnetizzabile, in campo esterno fissato; confronto tra caso elettrico e magnetico.</p> <p>Campo in una cavità sferica entro un materiale polarizzato/magnetizzato (campo locale).</p> <p>Relazione micro-macro</p> <p>Relazione tra polarizzabilità e suscettività elettrica in mezzi densi isotropi lineari e non polari: equazione di Clausius-Mossotti.</p> <p>Clausius-Mossotti. Campo medio e campo locale. Materiali diluiti.</p> <p>Analogo dell'equazione di Clausius-Mossotti per caso magnetico (cenno).</p>
27-nov-23	<p>Polarizzazione/Magnetizzazione per orientamento; equazione di Langevin. Saturazione, risposta lineare e non.</p> <p>Energia di un dipolo in campo esterno; effetto della temperatura.</p> <p>Risposta lineare e non lineare. Suscettività differenziale per mezzi non lineari.</p> <p>Isteresi</p> <p>Energia potenziale di dipolo in campo esterno: dipolo rigido e/o linearmente polarizzabile/magnetizzabile.</p> <p>Attrazione in campo esterno di dipolo polarizzabile; attrazione/repulsione in campo esterno di dipolo magnetizzabile; paramagnetismo.</p> <p>corrente superficiale di magnetizzazione</p> <p>corrente di polarizzazione</p>
28-nov-23	<p>&gt;&gt;&gt; Fenomenologia EM in materia.</p> <p>EM nella materia: riassunto dei concetti.</p> <p>Valori tipici della suscettività elettrica/magnetica/conducibilità/momenti dipoli/polarizzabilità/magnetizzabilità.</p>

	Risposta non lineare. Isteresi.
	Esempi/Applicazioni: materiali ferro-magnetici; curva di isteresi.
	Esempi/Applicazioni: cenno al campo magnetico di Terra e pianeti.
	Esempi/Applicazioni: schermo magnetico cilindrico (cenno).
	Esempi/Applicazioni: piezo-elettricità, piro-elettricità (accendino, rivelatore IR).
	Esempi/Applicazioni: materiali ferro-elettrici; titanato di bario; piezo-elettricità e piro-elettricità; legge di Curie (cenno).
	Esempi/Applicazioni: effetto Einstein-DeHaas (cenno).
in 04-dic-23	
	Deduzione del teorema di Poynting per l'energia.
	Teorema di Poynting, forma locale e forma integrale. Non unicità del vettore di Poynting. Casi particolari. Campi localizzati e di radiazioni.
	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.
	Conservazione dell'energia e primo principio della termodinamica.
	Bilancio di energia per i campi EM, teorema di Poynting e primo principio della termodinamica.
	studio del bilancio energetico di un conduttore Ohmico percorso da corrente: bilancio locale ed integrale.
	Cenno alle equazioni di bilancio/conservazione in generale. Esempi di grandezze non conservate.
	Equazioni di bilancio in generale; equazioni di conservazione.
	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: paradosso del cilindro di Feynman.
	Esempi/Applicazioni: pressione di radiazioni, esperimento di Lebedev (--> onde).
	Energetica in presenza di materia: E dD ed H dB; dopo, in regime dinamico, isteresi; non località.
	Mezzi LH: proporzionalità tra le varie densità di carica e di corrente di volume (cenno).
ar 05-dic-23	
	Esempi/Applicazioni: sbarra in moto in B uniforme e costante; fem indotta e cenno alla relatività dei campi EM.
	Fenomenologia: problematiche tra meccanica classica ed elettromagnetismo; esempi.
	Sistemi di riferimento inerziali e principio di inerzia.
	Trasformazioni di Galileo; incompatibilità con l'Elettromagnetismo; invarianza della massa.
	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.
	Conseguenze dei postulati: relatività della simultaneità.
	Conseguenze dei postulati: dilatazione tempi.
	Conseguenze dei postulati: contrazione lunghezze longitudinali.
	Conseguenze dei postulati: non contrazione lunghezze trasversali.
in 11-dic-23	
	clock postulate // ultimate speed
	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.
	Trasformazioni di Lorentz speciali e pure; trasformazione inversa; rapidità.
	Conseguenze: dilatazione dei tempi, contrazione lunghezze longitudinali, non contrazione lunghezze trasversali; contrazione del volume.
	Tempo proprio e lunghezza propria; postulato degli orologi.
	Esempi/Applicazioni: muoni atmosferici ultra-relativistici da raggi cosmici, dilatazione vita media e contrazione distanze nel SdR del muone.
ar 12-dic-23	
	Legge di trasformazione delle velocità (trasformazioni speciali).
	Velocità propria, tempo proprio e quadri-velocità; quadri-accelerazione
	Algebra delle trasformazioni di Lorentz, cenno. Matrice di trasformazione e proprietà. Cenno al gruppo di Lorentz. Eta.
	Tri-vettore (gruppo delle rotazioni) e quadri-vettore (gruppo di Lorentz); analogie e differenze, cenni.
	Prodotto scalare per tri-vettori e quadri-vettori; prodotto scalare invariante.
	Cenno al concetto di componente controvarianti e covarianti; esempio per coordinate cartesiane non ortogonali nel piano.
	Concetto di tensore tri-dimensionale; scalari e vettori per rotazioni (SO(3)).
	Concetto di tensore quadri-dimensionale; scalari e vettori per Lorentz.
	Parallelo tra il concetto di scalare, vettore e tensore per rotazioni e per Lorentz.

in 18-dic-23	Velocità relativa e mutua.
	Conservazione dell'impulso per un sistema isolato in meccanica classica e legame con la conservazione della massa.
	Quadri-impulso.
	Conservazione del quadri-impulso per un sistema isolato in meccanica relativistica e legame con la conservazione dell'energia.
	Dinamica relativistica: impulso, energia e quadri-impulso
	Energia e Impulso; limite non-relativistico e ultra-relativistico; energia cinetica; particelle a massa nulla.
	Forza e potenza per un sistema non isolato; quadriforza. Forza di Lorentz.
	Energia totale relativistica ed energia di riposo.
	SdRCM; Bilancio energia/impulso e momento angolare; trasporta tramite "campi".
	Esempi/Applicazioni: Action-Reaction Principle in Relativistic Physics // problema con simultaneità`.
	Dinamica dello spin di un punto materiale.
ar 19-dic-23	
	Intervallo invariante // distanza in Minkowsky,
	Grandezze invarianti versus conservate.
	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.
	Trasformazione di un campo: trasf. Della grandezza + trasf. Delle coordinate spazio-tempo di cui il campo è funzione.
	Cenno al quadripotenziale e al tensore di campo EM; invarianti dei campi.
	Cenno alle evidenze sperimentali della relatività` :
	Hefele-Keating
	invarianza carica elettrica da atomi
	postulato orologi da vita media particella in orbita circolare e rettilineo uniforme
	Bailey \etal, Measurements of relativistic time dilation for positive and negative muons in a circular orbit
	No direct experimental measurement of Lorentz contraction
	Fissione e fusione nucleare
	Twin paradox con muoni ma anche hafele e keating
	The speed of photons with speed $\approx 0.99975 c$ produced in the decay of very energetic neutral pions (MOVING SOURCE), was measured flatly
	Limits on the Photon Mass
	A comparison of neutrino and photon speeds from supernova SN1987A puts a limit of about 1 part in 108 on their speed difference.
	END HERE
n 19-feb-24	
	AA: Esercitazioni relatività`
	AA: Esercitazioni relatività`
ar 20-feb-24	
	AA: Esercitazioni relatività`
	AA: Esercitazioni relatività`
n 19-feb-24	
	AA: Esercitazioni relatività`
	AA: Esercitazioni relatività`
n 26-feb-24	
	La via alle onde: infiniti oscillatori in posti diversi con oscillazioni correlate; perturbazione rispetto ad un equilibrio che si muove con cir
	Onde di d'Alembert: sistemi diversi con la stessa equazione.
	Oscillazione in tempo a punto fisso; oscillazione in spazio e tempo; le due oscillazioni sono coordinate.
	Onde di d'Alembert: onde viaggianti; soluzione generale per moto 1D; non esistenza soluzione facile analoga in 2D e 3D.
	Onde di D'Alembert, casi 1D, soluzioni speciali: onde viaggianti, onde stazionarie e modi normali; condizioni al contorno; quantizzazio
	Onde di d'Alembert: onde stazionarie 1D su una corda vibrante; calcolo dei modi normali.
	Principio di sovrapposizione per l'equazione di D'Alembert, omogenea e non omogenea.
ar 27-feb-24	
	Onde viaggianti e onde stazionarie: viaggiante attenuata; stazionaria come fattorizzata.
	Relazione di dispersione per onde di D'Alembert con velocità di fase fissata; quantizzazione k e w.

	Onde monocromatiche: $\sin(kz \pm \omega t - j)$ : frequenza, numero d'onda, costante di fase e fase; periodo nel tempo e nello spazio; lunghezza d'onda.
	Relazioni tra onde viaggianti e onde stazionarie; onde armoniche, relazione tra onde monocromatiche piane e modi normali.
	Fase; relazioni trigonometriche; rappresentazione complessa.
	Eq. di d'Alembert: per grandezze scalari, vettoriali, etc.
	Varie velocità: fase, gruppo, energia; $\dot{\omega}(x)$ . Ruolo della velocità di fase: non trasporta informazione.
04-mar-24	
	Caso 3D, onde di D'Alembert, soluzioni speciali: onde stazionarie (e modi normali); onde viaggianti (e onde monocromatiche Piane), sc
	Caso tridimensionale, soluzioni speciali: onde piane, onde monocromatiche e onde piane monocromatiche.
	Caso tridimensionale, soluzioni speciali: onde MPW, onde sferiche.
	Caso bidimensionale, soluzioni speciali: onde cilindriche; vibrazioni di una membrana elastica; onde su acqua.
	Elasticità. Piccole deformazioni. Forze/coppie di volume e superficie; nomenclatura.
	Meccanica classica solidi elastici non polari.
	Materiali solidi isotropi, omogenei ed elastici; deformazioni uniformi; analisi puramente meccanica (processi senza scambio di calore, is
05-mar-24	
	Caratterizzazione statica dei solidi LHI: modulo di Young, di Poisson, di scorrimento e di compressibilità.
	Esempi/Applicazioni: $\nu > -0.5$ .
	Relazioni tra i quattro moduli per solidi LHI; limiti ai valori dei quattro moduli.
	Deformazioni unidimensionali non omogenee: deformazione; tensione in funzione della deformazione.
	Oscillazioni longitudinali di una barra elastica, LHI; onde sonore; equazione di D'Alembert; velocità del suono.
06-mar-24	
	Onde trasversali; onde su una corda.
	Onde torsionali; onde su un albero di trasmissione.
	Esempi/Applicazioni: fune ideale appesa con massa; tensione all'equilibrio.
	Esempi/Applicazioni: elastico appeso con massa; condizione di equilibrio; allungamento e tensione all'equilibrio; condizione di inestensi
11-mar-24	
	Esempi/Applicazioni: compressione/dilatazione di un parallelepipedo in pressione uniforme; limiti sul modulo di Poisson.
	Esempi/Applicazioni: compressione longitudinale di sbarra vincolata; limiti sul modulo di Poisson.
	eq. onde meccaniche longitudinali, onde sonore.
12-mar-24	
	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.
	onde sulla corda : polarizzazione
18-mar-24	
	Dalle equazioni di Maxwell all'equazione di d'Alembert per i campi EM, vuoto.
	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.
	Plane EM monochromatic wave nb (linear polarization).
	Componente longitudinale dei campi in onde EM piane non monocromatiche.
19-mar-24	
	Onde EM in mezzi perfetti: soluzione per onde MPW; indice di rifrazione; analogia e differenza con il vuoto; senza confini.
	Dalle equazioni di Maxwell all'equazione di d'Alembert per i campi EM, mezzi perfetti.
	Polarizzazione delle onde EM; sovrapposizione di due o più EM MPW con diverso $\epsilon_0$ e stesso vettore d'onda.
20-mar-24	
	Polarizzazione lineare, circolare, ellittica generica; handedness, elicità e sfasamento.
	Stati di polarizzazione, lineare e circolare; formalismo; proprietà in termini dei vettori complessi.
	Combinazione di stati di polarizzazione lineare e circolare; basi per la polarizzazione: polarizzazione lineare e circolare.
	Esempi/Applicazioni: Rappresentazione complessa per polarizzazione circolare.
	Esempi/Applicazioni: relazione tra $\phi_x$ e $\phi_y$ e elicità della radiazione polarizzata circolarmente.
	Esempi/Applicazioni: basi per la polarizzazione: lineare e circolare; versori complessi; verso di rotazione in funzione dello sfasamento.
	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; mezzi perfetti.

	Cenno alla relazione generale tra densità di energia e flusso di energia.
	Cenno alla velocità di propagazione dei segnali.
26-mar-24	
	AA
	AA
27-mar-24	
	AA
	AA
01-apr-24	
	easter Monday
	easter Monday
02-apr-24	
	vacanza PASQUALE
	vacanza PASQUALE
03-apr-24	
	Forza e Momento di radiazione EM per assorbimento/riflessione; modello corpuscolare: pressione e flusso di momento angolare (momento angolare).
	Forza e Momento di radiazione EM per assorbimento/riflessione; modello ondulatorio per pressione con assorbimento totale.
	Onde EM nel vuoto, mezzo perfetto e conduttore ohmico perfetto: derivazione della equazione d'onda, confronto.
	Mezzi EM non LHI: fenomenologia; Esempi/Applicazioni.
	Dicroismo lineare e circolare; polarizzazione per dicroismo. Legge di Malus e polaroid.
	Trasversalità onde EM dimostrata da dicroismo.
	Birifrangenza lineare e circolare; naturali ed indotte; lamina quarto d'onda e mezz'onda; cristalli uniassiali.
	Effetti legati alla birifrangenza; cambio stato polarizzazione.
	Esempi/Applicazioni: cella di Kerr.
	Equazione d'onda dissipativa di D'Alembert; relazione di dispersione complessa; vettore d'onda complesso.
	Emergenza di un vettore d'onda complesso da equazione d'onda dissipativa di D'Alembert.
	Introduzione al concetto di onde dispersive: $w=w[k]$ ; eq. di D'Alembert per onde dispersive: $v=v[w]$
	Dispersione e permeabilità e permittività complesse (sfasamento) e dipendenti dalla frequenza: da analogia con oscillatore armonico semplice.
	Relazione di dispersione generica complessa; permittività complessa effettiva.
	Intensità delle onde MPW EM in mezzi Ohmici LHI. Pointing: $E/E^*$ ed $H/H^*$
08-apr-24	
	sys lin homo/nonhomo; sin/cos replace transiente/stazionaria; Fourier
	formalismo complesso; piano di Argand
	Addition of Sinusoidal/Cosinusoidal Functions of the Same Frequency
	Algebra of Complex Scalars/vectors; applicazione al vettore di Poynting
	Algebra vettori complessi, richiamo. Differenza con spazi vettoriali complessi e prodotto scalare hermitiano.
	Algebra vettori complessi versus spazio vettoriale complesso con prodotto scalare hermitiano.
	Vettore d'onda complesso: descrizione velocità di fase e estinzione.
	intensity pola perpendicolari
	spin elicita`, condizione complessa per pol lineare/circolare: two polarized EMMPW are orthogonal if and only if their complex vectors are orthogonal.
09-apr-24	
	Esempi/Applicazioni: polarizzazione lineare da polarizzazione circolare e viceversa.
	sovapposizione di polarizzazione circolare dx e sx che produce polarizzazione lineare arbitraria; attività ottica
	stati ortogonali // polazzatori // grado di polarizzazione
	recap luce naturale
	Onde reali: luce naturale e polarizzazione; treno d'onda.
	Polarizzatori; stati di polarizzazione; grado di polarizzazione.
	effetto doppler onde meccaniche: osservatore in moto
10-apr-24	
	Effetto Doppler per onde meccaniche; asimmetria sorgente-osservatore; velocità di propagazione rispetto al mezzo.
	Osservatore in moto, sorgente in moto; analogia con il nastro trasportatore.
	Effetto Doppler per onde EM; simmetria sorgente-osservatore.
	Invarianza della fase e conteggi.

	Quadri-vettore d'onda da legge quoziente; trasformazione.
	Cambio frequenza; aberrazione della luce; effetto Doppler trasverso.
	Esempi/Applicazioni: spostamento verso il rosso/blu; spostamento di spettri di emissione/assorbimento.
	uso: ecografia
	Onda EM monocromatica piana e riflessione da piano infinito fatto da conduttore perfetto.
15-apr-24	
	GITA STUDENTI
	GITA STUDENTI
16-apr-24	
	GITA STUDENTI
	GITA STUDENTI
17-apr-24	
	AA
	AA
22-apr-24	
	NO LEZIONE // IMPREVISTO
	NO LEZIONE // IMPREVISTO
23-apr-24	
	AA
	AA
24-apr-24	
	[continua] corrente di superficie indotta; azzeramento onda trasmessa; formazione onda stazionaria.
	Cavità EM unidimensionale con onda stazionaria; cenno alla molteplicità delle soluzioni.
	Meccanismo fisico della generazione dell'onda riflessa e trasmessa; interferenza.
	Onde stazionarie in una cavità EM unidimensionale; modi normali; analogia con la corda vibrante; flusso di energia.
	Guida d'onda EM rettilinea a sezione rettangolare perfettamente conduttrice. Soluzione TE <sub>10</sub> ; dispersione; velocità di fase e cenno alla
	Frequenza critica (di cutoff) e non propagazione per frequenze inferiori alla frequenza critica; vettore d'onda immaginario e assorbimento
	Calcolo di B e componente longitudinale e del flusso/densità di energia. Velocità di gruppo, velocità di trasporto dell'energia.
29-apr-24	
	NO LEZIONE // PONTE
	NO LEZIONE // PONTE
30-apr-24	
	NO LEZIONE // PONTE
	NO LEZIONE // PONTE
02-mag-24	
	[continua] Velocità di fase. Flusso e densità di energia. Velocità di gruppo, velocità di trasporto dell'energia.
	Cenno ad altre soluzioni (modi di ordine superiore).
	Cenno a fibre ottiche.
	Onde EM in linea di trasmissione e cavo coassiale.
	Modello a componenti discreti di cavo coassiale; equazione delle onde ideale (no resistenza); modello con resistenza; velocità di fase
03-mag-24	
	Concetto di impedenza caratteristica delle onde (onde MPW): onde EM, V/I in cavo coassiale, onde meccaniche.
	AA: Riflessione e trasmissione delle onde, condizioni cinematiche ad interfaccia piana: uguaglianza delle frequenze.
	AA: Riflessione e trasmissione delle onde, condizioni cinematiche ad interfaccia piana: leggi di Snell; riflessione interna totale; indice di
	Riassunto: proprietà cinematiche: leggi di Snell; derivazione da principio di Fermat.
	Principio di Fermat: riflessione e trasmissione delle onde, cenno.
06-mag-24	
	Onde EM: impedenza e intensità per Z reale.
	Impedenza d'onda e indice di rifrazione in funzione di permittività e permeabilità.
	AA: Onde EM: relazioni di Fresnel per l'intensità dell'onda riflessa e trasmessa;

	Riassunto: proprietà dinamiche per onde EM: relazioni di Fresnel.
	Coefficienti di riflessione e trasmissione; riflettività e trasmissività.
	Incidenza normale: discussione relazioni di Fresnel in relazione a: segno convenzionale della componente del campo rispetto a verso d
	Relazioni di Fresnel: formule per materiali non magnetizzabili
	Angolo di Brewster e polarizzazione della luce riflessa e trasmessa.
	Esempi/Applicazioni: incidenza normale vetro-aria.
	Commenti su relazioni di Fresnel.
	Discussione relazioni di Fresnel per l'intensità di onda riflessa e trasmessa; proprietà; riflessione/trasmissione normale e radente.
	<b>Andamento dei coefficienti e Rifl/Trasm al variare dell'angolo per vari casi.</b>
	Bilancio energetico in riflessione/trasmissione: incidenza normale.
	Bilancio energetico in riflessione/trasmissione: incidenza arbitraria.
	Impedenza e adattamento di impedenza: riflessione/trasmissione onde EM; cavo coassiale.
07-mag-24	
	Esempi/Applicazioni: strato anti-riflettente (riflessioni multiple versus condizioni al contorno).
	<b>TIR e onda EM nel secondo mezzo: calcolo dell'onda evanescente; riflessione interna totale frustrata; trasferimento di energia.</b>
	Onde meccaniche longitudinali: riflessione trasmissione; impedenza delle onde meccaniche longitudinali.
	Onde meccaniche trasversali: riflessione trasmissione; impedenza delle onde meccaniche trasversali.
	Onde longitudinali in fluidi: espressione della velocità di fase in termini del bulk modulus; $B/\rho \rightarrow Y/\rho$ .
	Onde longitudinali in fluidi: velocità delle onde sonore in un gas: ipotesi adiabatica e isoterma.
	Reflection/Transmission from rough surfaces and/or non plane waves; non-monochromatic waves.
	<b>Onde non piane-monocromatiche: sovrapposizione di due onde a frequenza diversa; battimenti.</b>
	<b>Battimenti. Modulazione di ampiezza, dispersione e velocità di gruppo (cenno); cenno alla modulazione di frequenza.</b>
	Onde a grande distanza: radiazione di monopolo (onde sferiche); onde piane a distanza infinita dalla sorgente.
	Onde non piane-monocromatiche: approssimazione di onda sferica e piana lontano dalla sorgente.
	Introduzione a irraggiamento: onde meccaniche versus onde EM.
	Trasporto energia EM a infinito con campi di radiazione; necessità accelerazione cariche per irraggiamento.
08-mag-24	
	Potenziali EM ritardati ma non campi EM ritardati.
	Cenno: Heaviside-Feynman formulas.
	Cenno: Jefimenko formulas.
	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.
	Potenza irradiata, formula di Larmor.
	Irraggiamento da dipolo elettrico oscillante; campi e potenza; distribuzione angolare.
	Irraggiamento da dipolo magnetico oscillante; campi e potenza; distribuzione angolare.
	Dipolo oscillante in termini di corrente; resistenza di radiazione.
	Dipendenza potenza irradiata da frequenza.
	Impedenza di radiazione di una antenna.
	Radiazione di ciclotrone, sincrotrone e bremsstrahlung. Raggio di Larmor.
13-mag-24	
	Interferenza/Diffrazione: generalità; interferenza costruttiva e distruttiva; esperimento di Young per luce e Feynman con elettroni.
	Esempio di interferenza tra due onde monocromatiche piane alla stessa frequenza viaggianti nella stessa direzione; effetto dello sfasamento
	Esempio di interferenza tra due onde monocromatiche sferiche alla stessa frequenza; effetto della differenza di cammino in 2D/3D.
	Interferenza tra onde sferiche non-isotrope 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
	Non interferenza di onde a frequenza diversa.
14-mag-24	
	Redistribuzione energia nello spazio: diagramma di radiazione, in 2D e 3D.
	Altri casi: Young per luce ed elettroni; Young con onda incidente non perpendicolare; Young con dielettrico davanti a fenditura; Young
	Interferenza alla Fraunhofer; $\lambda \ll R$ per vedere interferenza e non antenna raddoppiata.
	stessa frequenza, oppure coerenza temporale.
	Sorgente puntiforme, oppure coerenza spaziale.
	Indipendenza delle sorgenti
	Osservazione delle frange di interferenza all'infinito; lente.
	Sorgenti coerenti ed incoerenti; condizioni necessarie per l'interferenza.
	Diffrazione: generalità; regime Fraunhofer versus Fresnel versus ottica geometrica: dipendenza da distanza e lunghezza d'onda.

	Principio di Huygens, forma semplificata con fronte d'onda piano su apertura su schermo piano in regime di Fraunhofer.
	Geometria del regime di Fraunhofer.
	Diffrazione da fenditura lunga e sottile.
	Diffrazione da fenditura rettangolare.
	Diffrazione da fenditura circolare.
14-mag-24	recupero al pomeriggio
	MULTIMEDIA: riflessione/rifrazione/irraggiamento/interferenza/diffrazione.
	curvatura della luce in atmosfera, raggio verde, effetti di rifrazione sulla immagine di sole e stelle.....
	<b>Interferenza: cenno al caso bi-dimensionale e tri-dimensionale; diffrazione di Bragg.</b>
15-mag-24	
	Esempi/Applicazioni: Esperimento di Young con dielettrico davanti a fenditura.
	Esempi/Applicazioni: Interferenza da lamina sottile (interferenza due raggi principali).
	Esempi/Applicazioni: Calcolo della figura di interferenza per N antenne di dipolo identiche con stessa fase in approssimazione di Fraunhofer.
	Esempi/Applicazioni: Interferenza per N antenne di dipolo identiche con stessa fase in approssimazione di Fraunhofer: posizione e larghezza.
	Esempi/Applicazioni: Interferenza da N sorgenti: larghezza picco a piccolo angolo.
	Esempi/Applicazioni: Interferenza per N antenne di dipolo identiche con sfasamenti costanti in approssimazione di Fraunhofer.
	Esempi/Applicazioni: divergenza angolare penna laser.
	Esempi/Applicazioni: Potere risolutivo telescopio e occhio umano; criterio di Rayleigh; diffraction limit; risoluzione del sensore.
	Esempi/Applicazioni: Lateral shift in a glass slab
	Esempi/Applicazioni: Schiacciamento immagine del Sole all'orizzonte
	Esempi/Applicazioni: Light propagation in atmosphere.
16-mag-24	
	Spot luminoso di Arago/Poisson.
	Reticolo di interferenza; potere risolutivo; posizioni e larghezza dei picchi; reticolo di interferenza in riflessione.
	Cenno al concetto di coerenza temporale e spaziale; monocromaticità ed estensione della sorgente; visibilità frange di interferenza.
	Cenno alla mutua coerenza temporale delle sorgenti; necessità per avere interferenza; cenno al laser.
	Cenno al laser.
17-mag-24	
	Il principio di Fermat e l'ottica geometrica; reversibilità cammini ottici; leggi di Snell.
	Ottica geometrica come limite per piccola lunghezza d'onda dell'ottica ondulatoria.
	Diottro sferico, approssimazione parassiale.
	convenzioni
	specchio sferico
20-mag-24	
	Specchi sferici, approssimazione parassiale; specchio parabolico.
	focale
	Lente sferica sottile, approssimazione parassiale; lunghezza focale.
	Lente sottile: formula di Newton; lente spessa;
	Tracciamento raggi e formazione delle immagini, reali, virtuali; distanza focale, lenti/specchi divergenti/convergenti/ingrandimento.
	Ingrandimento angolare, lineare trasversale, lineare longitudinale.
	Tracciamento per lente convergente/divergente specchio concavo/convesso.
	tipi di lenti; immagine virtuale; lenti da fermata; lenti asferiche
	Cenno alla trattazione dell'ottica parassiale con matrici.
	Esempi/Applicazioni: occhio, cenno: sensibilità, vs. wavelength, risoluzione : diffrazione e pixel/retina
	Focalizzazione ideale/reale: aberrazioni, point-spread-function versus pixel size.
21-mag-24	
	demo wolfram lente e specchio
	Esempi/Applicazioni: ingrandimento lente semplice.
	Risoluzione: diffrazione e detector pixel size. Sensibilità : intensità.
	Cenno alle aberrazioni del primo ordine.
	Esempi/Applicazioni: cannocchiale/telescopio, apertura obiettivo per contrastare debole intensità e limite di diffrazione.
	Esempi/Applicazioni: Lente focalizzante su sensore a pixels: messa a fuoco, profondità di fuoco, separazione angolare (pixel e diffrazione)
	Esempi/Applicazioni: Lente di ingrandimento semplice.
	<b>Esempi/Applicazioni: Strumenti ottici: microscopio.</b>

	Esempi/Applicazioni: Strumenti ottici: cannocchiale; Galileiano e Kepleriano.
	Esempi/Applicazioni: Strumenti ottici: telescopio riflettore.
	Esempi/Applicazioni: camera sub
	Modello classico di Drude-Lorentz per la risposta di un mezzo non polare e non magnetico diluito: ipotesi.
22-mag-24	[cont] 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; Diffusione da molecole nella materia; diffusione Rayleigh e Thomson; polarizzazione della luce diffusa. Esempi/Applicazioni: blu del cielo, rosso del sole ad alba e tramonto; diffusione delle nuvole; corona solare. raggio classico elettrone Cammino libero medio, $\sigma_T$ ; Thomson Scattering in the Solar Corona.
27-mag-24	Onde EM in materia: energia ceduta e permeabilità elettrica complessa. Tempo di rilassamento; buoni/cattivi conduttori. Schematizzazione di cariche libere/legate; parametri complessi; parte reale/complessa di vettore d'onda. Mezzi conduttori: permeabilità elettrica e conducibilità; relazione. Descrizione macroscopica: equazioni di Maxwell per un mezzo LHI Ohmico; permeabilità elettrica e conducibilità. Vettore d'onda per parametri reali: calcolo soluzione. Equazione di Lorentz-Lorenz: indice di rifrazione di un gas e dipendenza da temperatura/pressione. Esempi/Applicazioni: MicroWave cooking. Esempi/Applicazioni: Luce dentro piscina
28-mag-24	cambio colore missile che si allontana 2110 z quasar satellite su due stazioni Autovelo Cenno agli interferometri di Michelson e Rayleigh. young and refractive index /// michelson e refractive index stellar michelson interfere occhio camera and pixels
29-mag-24	Modello di Drude per un conduttore: dipendenza da frequenza; limite di alta frequenza per conduttore; radio-blackout; x-ray trasparente copper, skin depth, $\gamma_0$ , plasma frequency(2459) Reflection From a Good Conductor, below plasma frequency. polarizzazione via scattering polarizzazione via riflessione hyperbolic lens Frange di interferenza a infinito e visibilità (contrasto). Interferenza per N antenne di dipolo identiche in approssimazione di Fraunhofer con fasi e/o posizioni random: cenno. Fluttuazioni di densità e diffusione/interferenza da gas, liquido e solidi. pinhole camera. negative index
	END HERE