

DATA	Programma Fisica Generale 3 - Anno Accademico 2020-2021
21-set-20	NO
22-set-20	Introduzione al corso.
23-set-20	NO
28-set-20	Cenni al metodo della fisica; falsificabilità di una teoria; Fisica -> osservazione/misura/esperimento -> analisi/elaborazione modello/teoria -> da modello/teoria a previsioni -> esperimento per Matematica: linguaggio della fisica (mezzo/strumento, non fine). Principi primi, leggi fisiche e relazioni costitutive. Definizione operativa delle grandezze fisiche. Cenni elementari preliminari al concetto di scalare, vettore e tensore in CC; esempi di non-scalari e non-vettori. Coordinate Cartesiane ortonormali; cilindriche ortonormali; sferiche ortonormali. Coordinate Cartesiane: simboli Delta di Kronecker ed Epsilon di Levi-Civita; convenzione di somma su indici ripetuti. Prodotto scalare e vettoriale in CC, espressioni in componenti in termini di delta ed epsilon.
29-set-20	Richiami di Algebra Vettoriale: spazi vettoriali, operazioni tra vettori. Somma di vettori. Prodotti tra due vettori, scalare e vettoriale; proprietà. Prodotti tra tre vettori, proprietà. Esempi/Applicazioni: descrizione di un parallelogramma attraverso un vettore. Esempi/Applicazioni: teoremi dei seni e dei coseni. Esempi/Applicazioni: componente parallela e ortogonale ad un versore di un vettore. Equazioni algebriche vettoriali di primo grado. Vettori liberi e vettori applicati (cenni: spazi vettoriali e spazi affini). Sistemi di vettori applicati; risultante, momento risultante; trasformazione dei momenti al variare del polo; componente di momento in Richiami di calcolo vettoriale: derivazione, differenziazione; funzioni scalari e vettoriali; formula di Taylor.
30-set-20	Forze e Momenti su dipoli rigidi; gradiente vettoriale; parte simmetrica. Richiami di calcolo vettoriale: integrazione su volumi, curve e superfici; scalari e vettori. Richiami: circuitazione e flusso di un campo vettoriale, additività; 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. Espressioni degli operatori vettoriali in coordinate cartesiane, cilindriche e sferiche.
5-ott-20	Ricostruzione di grad e rot dalle loro proiezioni lungo direzione data. Sistemi di Coordinate Ortonormali: cenno. Sistemi di Coordinate: polari nel piano, sferiche e cilindriche nello spazio; terna intrinseca; rappresentazione di grad, dive, roto. Significato fisico degli operatori e rappresentazione in un dato SdC. Interpretazione e significato in idrodinamica degli operatori integrali/differenziali: campo di velocità. Sorgenti e vortici. Esempi/Applicazioni: teorema della divergenza; idrodinamica; rappresentazione div in coordinate Cartesiane. Esempi/Applicazioni: teorema del rotore; idrodinamica; rappresentazione rot in coordinate Cartesiane. Esempi/Applicazioni: corollario del teorema della divergenza. 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. Teorema di Helmholtz; cenno alla elettrostatica e magnetostatica.
6-ott-20	Esempi/Applicazioni: volume di un cono. Esempi/Applicazioni: integrale di dL su curva chiusa; scalare (lunghezza), vettore (zero). Esempi/Applicazioni: integrale di dS su superficie chiusa; scalare (area), vettore (zero). Esempi/Applicazioni: nabla ed errori. EM; carica elettrica, conservazione, invarianza e quantizzazione. Sul concetto di campo. Densità di carica di volume e di superficie. Densità di corrente di volume e di superficie. Densità di carica/corrente lineare.

	Il principio di sovrapposizione.
7-ott-20	Cariche puntiformi; dipoli elettrici e magnetici reali e ideali; l'elettrone, carica puntiforme e dipolo magnetico ideale. Definizione operativa dei campi: forza di Lorentz. Dai campi alle forze e momenti: deduzione forza e momento in campo esterno su carica puntiforme e dipoli ideali da dipoli reali; formu 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 dalla forma integrale a quella differenziale: equivalenza per domini di integrazione fissi. Equazioni di Maxwell, continuità della carica e forza di Lorentz. Struttura delle equazioni di Maxwell; relazioni, similitudini e differenze. Cenno ai monopoli magnetici. Equazione di continuità della carica elettrica in forma integrale, differenziale; conservazione della carica come conseguenza delle equazi Potenziale scalare e vettore.
13-ott-20	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 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.
19-ott-20	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. Esempi/Applicazioni: campi EM entro conduttore perfetto. Esempi/Applicazioni: tempo di rilassamento di un conduttore ohmico. Forza elettromotrice: definizione generale, origine EM e origine non-EM. Potenziale scalare e circuitazione di E. Potenziale vettore: flusso di B e circuitazione di A. 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 caric dq e $\underline{v}dq$, per distribuzioni di carica 3D, 2D e 1D.
20-ott-20	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. 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: 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.
26-ott-20	Potenziale di dipolo elettrico ideale; deduzione da dipolo reale. Potenziale di dipolo magnetico ideale. 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. Monopolo, dipolo, quadrupolo, etc. cenno. Confronto tra lo sviluppo in multipoli dei campi elettrico/magnetico e di quello gravitazionale. Esempi/Applicazioni: campo a distanza di un condensatore/solenoide. Campo di dipolo elettrico e magnetico ideale: confronto, vicino e lontano. Sommario: elettrostatica e magnetostatica.
27-ott-20	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. Esempi/Applicazioni: forza su spira magnetica sull'asse di un solenoide. 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.
2-nov-20	
	Punto di vista microscopico.
	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: 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.
4-nov-20	
	Richiamo sul concetto di tensore di secondo ordine; esempio di tensore di polarizzabilità.
	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; grande
	Struttura della materia: atomi, molecole, ioni. Concetto di mole.
	Cenno alla origine microscopica del magnetismo: momenti angolari orbitali e di spin, momento di dipolo magnetico; para-/dia-, ferrom
9-nov-20	
	Punto di vista macroscopico.
	Polarizzabilità e Magnetizzabilità di un atomo/molecola: dal microscopico al macroscopico; da pochi a numero di Avogadro corpi.
	Fenomenologia: materiali polarizzabili/magnetizzabili, effetto di un campo esterno: polarizzazione/magnetizzazione, polarizzazione/magnetizzazione rigide.
	Effetto di Materiale in condensatore/induttore (singolo conduttore e mutua-induttanza).
	Definizione di polarizzazione e magnetizzazione; macroscopico.
	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
	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.
	Cariche libere, di polarizzazione; correnti libere, di polarizzazione, di magnetizzazione.
10-nov-20	
	Deduzione alternativa in coordinate cartesiane della densità di carica e corrente di polarizzazione/magnetizzazione; cenno.
	Cenno alla deduzione rigorosa della densità di carica e corrente di polarizzazione/magnetizzazione.
	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.
	Sommario equazioni dei campi 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
	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.
	Relazioni costitutive del materiale; mezzi LHI; materiali omogenei e non; materiali isotropi e non.
	Suscettività elettrica e magnetica; cenno alla definizione storica obsoleta della suscettività.
	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 cor
	Relazioni costitutive: risposta non omogenea, cenni.
	Relazioni costitutive: polarizzazione e magnetizzazione rigide, sviluppo in serie di Taylor della risposta.
16-nov-20	
	Rifrazione delle linee di campo in mezzi LHI: E,B,D,H.
	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.
	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
	Casi limite: suscettività elettrica +infinito; suscettività magnetica -1.

	Sfera di materiale LHI, polarizzabile/magnetizzabile, in campo esterno fissato; confronto tra caso elettrico e magnetico.
	Confronto suscettività elettrica verso magnetica; valori e limiti.
	Concetto di carica magnetica (fittizia).
	Campo in una cavità sferica entro un materiale polarizzato/magnetizzato (campo locale).
17-nov-20	
	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).
	Confronto: analogie e differenze tra caso elettrico e magnetico: vettori E/B/D/H e permeabilità e suscettibilità.
	Risposta lineare e non lineare. Suscettività differenziale per mezzi non lineari.
	Energia di un dipolo in campo esterno; effetto della temperatura.
	Polarizzazione/Magnetizzazione per orientamento; equazione di Langevin. Saturazione, risposta lineare e non.
	Deduzione del teorema di Poynting per l'energia.
23-nov-20	
	Teorema di Poynting, forma locale e forma integrale. Non unicità del vettore di Poynting. Casi particolari. Campi localizzati e di radiazione.
	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.
	>>> Fenomenologia EM in materia.
	EM nella materia: riassunto dei concetti.
	Valori tipici della suscettività elettrica/magnetica/conducibilità/momenti dipoli/polarizzabilità/magnetizzabilità.
	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).
24-nov-20	
	Esempi/Applicazioni: materiali ferro-elettrici; titanato di bario; piezo-elettricità e piro-elettricità; legge di Curie (cenno).
	Esempi/Applicazioni: Carica puntiforme e due materiali polarizzabili: insufficienza dell'inserimento della permeabilità (cenno).
	Esempi/Applicazioni: cenno alle forze intermolecolari alla Van-der-Waals. <<<
	Equazioni di bilancio in generale; equazioni di conservazione.
	Espressione dell'energia elettromagnetica in termini dei campi e in termini dei potenziali.
	Cenno alla quantità di moto e momento angolare del campo EM.
30-nov-20	
	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).
	Equazioni di continuità per cariche/correnti libere, di polarizzazione e magnetizzazione.
	Esempi/Applicazioni: cenno a rottura spontanea simmetria in materiali ferro-elettrici/ferro-magnetici.
	Esempi/Applicazioni: massa fotone e r^{-2} ; esperimenti.
	Esempi/Applicazioni: Cilindro uniformemente magnetizzato e cariche magnetiche (cenno).
	Esempi/Applicazioni: effetto Einstein-DeHaas (cenno).
1-dic-20	
	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.
7-dic-20	
	Conseguenze dei postulati: relatività della simultaneità.
	Conseguenze dei postulati: dilatazione tempi.

mer 24-feb-21	
	Esempi/Applicazioni: elastico appeso con massa; condizione di equilibrio; allungamento e tensione all'equilibrio; condizione di inestens
	Onde longitudinali in fluidi.
	Onde trasversali; onde su una corda.
	Onde elastiche torsionali.
	Onde meccaniche generali in 3D; terremoti.
	Eq. di d'Alembert: per grandezze scalari, vettoriali, etc.
	Eq. di d'Alembert: onde viaggianti.
	Eq. di d'Alembert: soluzione generale per moto 1D.
lun 1-mar-21	
	Onde stazionarie su una corda vibrante.
	Corda vibrante; calcolo dei modi normali.
	Relazione di dispersione per D'Alembert con velocità di fase fissata.
	Caso unidimensionale, onde di D'Alembert, soluzioni speciali: onde viaggianti, onde stazionarie e modi normali, condizioni al contorno, k, ω
	Principio di sovrapposizione per l'equazione di D'Alembert, omogenea e non omogenea.
	Generalità sulle onde. Esempificazioni multimediali del concetto di onde meccaniche; esempi vari { https://www.acs.psu.edu/drussell/d
	Onde monocromatiche: $\sin(kz \pm \omega t - \varphi)$: frequenza, numero d'onda, costante di fase e fase; periodo nel tempo e nello spazio.
	Relazioni tra onde viaggianti e onde stazionarie; onde armoniche, relazione tra onde monocromatiche piane e modi normali.
mar 2-mar-21	
	Fase; relazioni trigonometriche.
	Caso unidimensionale, onde di D'Alembert, soluzioni speciali: onde stazionarie (e modi normali), onde viaggianti (e onde monocromatiche), soluzione generale
	Caso tridimensionale, soluzioni speciali: onde piane, onde monocromatiche e onde piane monocromatiche.
	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.
mer 3-mar-21	
	Plane EM monochromatic wave nb (linear polarization).
	Componente longitudinale dei campi in onde EM piane non monocromatiche.
	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.
	Richiamo sull'equazione di Poisson per i potenziali EM.
	Rappresentazione complessa di grandezze armoniche.
	Somma di funzioni armoniche, formalismo reale e complesso (cenno).
	vettore d'onda complesso; onde EM MPW con vettore d'onda complesso; onde omogenee e onde non omogenee; parte reale vettore d'onda
lun 8-mar-21	
	Polarizzazione delle onde EM; sovrapposizione di due o più EM MPW con diverso E_0 e stesso vettore d'onda.
	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: polarizzazione lineare da polarizzazione circolare e viceversa.
	Esempi/Applicazioni: Rappresentazione complessa per polarizzazione circolare.
	Esempi/Applicazioni: relazione tra ϕ_x e ϕ_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.
	Vettore d'onda complesso: descrizione velocità di fase e estinzione.
	Estinzione delle onde EM (assorbimento e scattering), trasmissione; legge di Beer-Lambert, lunghezza di attenuazione e sezione d'urto
mar 9-mar-21	
	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.
	Onde EM nel vuoto, mezzo perfetto e conduttore omnico: derivazione della equazione d'onda, confronto, relazione di dispersione comp. d'onda complesso
	The dissipative D'Alembert wave equation equation.
	Introduzione al concetto di onde dispersive: $\omega = \omega[k]$; eq. di D'Alembert per onde dispersive: $v = v[\omega]$
	Algebra vettori complessi, richiamo. Differenza con spazi vettoriali complessi e prodotto scalare hermitiano.
lun 15-mar-21	
	Algebra vettori complessi versus spazio vettoriale complesso con prodotto scalare hermitiano.
	Dispersione e permeabilità e permittività complesse e dipendenti dalla frequenza.
	relazione di dispersione generica complessa.
	Dispersione temporale.

	Intensità delle onde MPW EM in mezzi Ohmici LHI.
	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.
mer 17-mar-21	
	Onde EM: impedenza e intensità per Z reale.
	Cenno a sviluppo in serie e integrale di Fourier; concetto di spettro di frequenza di un segnale, discreto e continuo.
	Serie ed integrale di Fourier e all'uso nella rappresentazione di grandezze fisiche; spettro in frequenza di un segnale.
	Multimedia: Fourier, polarizzazione.
	Mezzi EM non LHI: fenomenologia; Esempi/Applicazioni.
	Polarizzatori; stati di polarizzazione e grado di polarizzazione.
	Dicroismo lineare e circolare; polarizzazione per dicroismo. Legge di Malus e polaroid.
lun 22-mar-21	
	Birifrangenza lineare e circolare; naturali ed indotte; lamina quarto d'onda e mezz'onda.
	Effetti legati alla birifrangenza.
	Esempi/Applicazioni: cella di Kerr.
	Esempi/Applicazioni: misura di campi magnetici con effetto Faraday.
	Onda EM monocromatica piana e riflessione da piano infinito fatto da conduttore perfetto; meccanismo fisico della generazione dell'onda trasmessa.
	Onde stazionarie in una cavità EM unidimensionale; modi normali; analogia con la corda vibrante; flusso di energia.
	Guida d'onda EM rettangolare a sezione rettangolare perfettamente conduttrice. Soluzione TE ₁₀ , dispersione, velocità di fase e cenno alla propagazione.
mer 24-mar-21	
	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.
	Velocità di gruppo, velocità di trasporto dell'energia.
	Onde EM reali: dispersione, assorbimento, cut-off in frequenza, non trasversalità, velocità di trasporto dell'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.
	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.
	Concetto di impedenza delle onde (onde MPW).
lun 29-mar-21	
	Velocità del suono in vari mezzi.
	Sensibilità sonora dell'orecchio; decibel.
	Effetto Doppler per onde meccaniche; osservatore in moto, sorgente in moto; analogia con il nastro trasportatore.
	Onde d'urto meccaniche; numero di Mach.
	Invarianza della fase e conteggi.
	Effetto Doppler per onde EM; quadri-vettore d'onda; simmetria; aberrazione della luce; effetto Doppler trasverso.
	Onde d'urto meccaniche: radiazione Cherenkov e di transizione (cenno).
	Esempi/Applicazioni: cenno alle onde su acqua; relazione di dispersione; modello per lo tsunami.
	Esempi/Applicazioni: autovelox, onde meccaniche; cenno alla ecografia Doppler.
	Esempi/Applicazioni: effetto Doppler EM: spostamento verso il rosso e verso il blu.
	Esperimento di Ives-Stilwell.
	Onde a grande distanza: radiazione di monopolo (onde sferiche); onde piane a distanza infinita dalla sorgente.
mer 31-mar-21	
	Esempi/Applicazioni: espressione della velocità di fase in termini del bulk modulus.
	Esempi/Applicazioni: velocità delle onde sonore in un gas: ipotesi adiabatica e isoterma.
	Esercitazioni: cenno alle onde sferiche isotrope. Considerazioni energetiche.
	Esercitazioni: cenno alle onde cilindriche isotrope. Considerazioni energetiche.
	Onde non piane-monocromatiche: approssimazione di onda sferica e piana lontano dalla sorgente.
	Onde non piane-monocromatiche: sovrapposizione di due onde a frequenza diversa; battimenti.
	Modulazione di ampiezza, dispersione e velocità di gruppo (cenno); cenno alla modulazione di frequenza.
	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; indice di rifrazione.
mer 7-apr-21	
	Principio di Huygens: riflessione e trasmissione delle onde, cenno.
	Principio di Fermat: riflessione e trasmissione delle onde, cenno.
	Relazioni di Fresnel per l'intensità dell'onda riflessa e trasmessa; impedenza d'onda e indice di rifrazione in funzione di permittività e permeabilità.
	Coefficienti di riflessione e trasmissione; riflettività e trasmittività.

	Bilancio energetico in riflessione/trasmissione: incidenza normale.
	Relazioni di Fresnel: formule per materiali non magnetizzabili
	Esempi/Applicazioni: incidenza normale vetro-aria.
	Bilancio energetico in riflessione/trasmissione: incidenza arbitraria.
	Angolo di Brewster e polarizzazione della luce riflessa e trasmessa.
lun 12-apr-21	
	Discussione relazioni di Fresnel per l'intensità di onda riflessa e trasmessa; proprietà; riflessione/trasmissione normale e radente.
	Andamento dei coefficienti e Rifl/Trasm al variare dell'angolo per vari casi.
	Discussione relazioni di Fresnel in relazione a: segno convenzionale della componente del campo rispetto a verso del campo vettore fis
	Impedenza e adattamento di impedenza: riflessione/trasmissione onde EM; cavo coassiale.
	TIR e onda EM nel secondo mezzo: calcolo dell'onda evanescente; riflessione interna totale frustrata; trasferimento di energia.
	Esempi/Applicazioni: strato anti-riflettente (riflessioni multiple versus condizioni al contorno).
mer 14-apr-21	
	Esempi/Applicazioni: strato anti-riflettente (cont.)
	Onde meccaniche longitudinali: riflessione trasmissione; impedenza delle onde meccaniche longitudinali.
	Onde meccaniche trasversali: riflessione trasmissione; impedenza delle onde meccaniche trasversali.
	Esempi/Applicazioni: Rifl/Refra di onde EM e meccaniche; cambio fase; sonar; ecografia.
	Esempi/Applicazioni: Terremoti, onde S, P.
	Esempi/Applicazioni: Lo spettro delle onde elettromagnetiche; spettri di emissione e di assorbimento.
	Esempi/Applicazioni: Onde reali: luce naturale e polarizzazione.
lun 19-apr-21	
	Esempi/Applicazioni: forma del sole al tramonto; arcobaleno; curvatura della luce in atmosfera; raggio verde; diamante.
	Esempi/Applicazioni: Cenno alle onde d'urto meccaniche in generale; Cono di Mach barca.
	Esempi/Applicazioni: Dispersione della luce.
	Esempi/Applicazioni: Rifl/Refra di onde EM; indice di rifrazione per acqua; dispersione; diamante; fibre ottiche.
	Introduzione a irraggiamento: onde meccaniche versus onde EM.
	Trasporto energia EM a infinito con campi di radiazione; necessità accelerazione cariche per irraggiamento.
	Potenziali EM ritardati ma non campi EM ritardati.
mer 21-apr-21	
	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.
	Impedenza di radiazione di una antenna.
	Heaviside-Feynman formulas.
	Jefimenko formulas.
lun 26-apr-21	
	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.
	Radiazione di ciclotrone, sincrotrone e bremsstrahlung.
mer 28-apr-21	
	Interferenza/Diffrazione: generalità; interferenza costruttiva e distruttiva; interferenza alla Fraunhofer.
	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.
	Dipendenza dello sfasamento dal cammino in due o più dimensioni: frange di interferenza e visibilità (contrasto).
	Non interferenza di onde a frequenza diversa.
	Sorgenti coerenti ed incoerenti; condizioni necessarie per l'interferenza.
lun 3-mag-21	
	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
	Calcolo della figura di interferenza per N antenne di dipolo identiche con stessa fase in approssimazione di Fraunhofer; discussione (ph
	Interferenza per N antenne di dipolo identiche con stessa fase in approssimazione di Fraunhofer: posizione e larghezza dei picchi di int
	Interferenza per N antenne di dipolo identiche con sfasamenti costanti in approssimazione di Fraunhofer.
	Interferenza: cenno al caso bi-dimensionale e tri-dimensionale.
mer 5-mag-21	

	Osservazione delle frange di interferenza all'infinito; lente.
	Interferenza da lamina sottile (interferenza due raggi principali).
	Diffrazione: generalità; diffrazione alla Fraunhofer versus Fresnel.
	Onde longitudinali e trasverse; grade distanza; somma di perturbazioni scalari, vettoriali etc.
	Principio di Huygens, forma semplificata con fronte d'onda piano su apertura su schermo piano.
	Esempi/Applicazioni: diffrazione di onde sull'acqua.
lun 10-mag-21	
	Diffrazione da fenditura lunga e sottile.
	Diffrazione da fenditura rettangolare.
	Diffrazione da fenditura circolare.
	Potere risolutivo di una fenditura circolare; telescopio e occhio.
	Reticolo di interferenza; potere risolutivo; posizioni e larghezza dei picchi; reticolo di interferenza in riflessione (CD/DVD).
mer 12-mag-21	
	Cenno alla coerenza temporale e spaziale; non monocromaticità e estensione della sorgente.
	Effetto della estensione della sorgente.
	Cenno agli interferometri di Michelson e Rayleigh; interferometro stellare di Michelson.
	Cenno al laser.
	Esempi/Applicazioni: potere risolutivo di occhio e telescopio; divergenza angolare penna laser.
	Interferenza per N antenne di dipolo identiche con sfasamenti casuali in approssimazione di Fraunhofer.
	Interferenza per N antenne di dipolo identiche con posizioni casuali in approssimazione di Fraunhofer.
lun 17-mag-21	
	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.
	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.
mer 19-mag-21	
	Fluttuazioni di densità e diffusione/interferenza da gas, liquido e solidi.
	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.
	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.
lun 24-mag-21	
	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.
	Esempi/Applicazioni: Cottura nel forno a microonde.
	Relazione tra assorbimento e riflessione; riflessione di un buon conduttore.
	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.
	Diotto sferico, approssimazione gaussiana.
	Lente sferica sottile, approssimazione gaussiana; tipi di lenti; lunghezza focale.
	Specchi sferici, approssimazione gaussiana; specchio parabolico.
	Cenno alla trattazione dell'ottica parassiale con matrici.
mer 26-mag-21	
	La lente spessa.
	lente sottile: formula di Newton.
	Ingrandimento angolare, lineare trasversale, lineare longitudinale.
	Esempi/Applicazioni: Lente di ingrandimento semplice.
	Esempi/Applicazioni: Strumenti ottici: microscopio.
	Esempi/Applicazioni: Strumenti ottici: cannocchiale; Galileiano e Kepleriano.
	Esempi/Applicazioni: Strumenti ottici: telescopio riflettore.

	Cenno alle aberrazioni del primo ordine.
	Esempi/Applicazioni: occhio, cenno.
	END HERE