

DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
20-set	30	Introduzione	Introduzione.
	40	Algebra Vettoriale	Prodotti tra due e tre vettori. Significato geometrico e applicazioni geometriche. Delta di Kronecker, Epsilon di Levi-Civita. Componente parallela e perpendicolare ad un versore; forza centrifuga.
	20	Calcolo Vettoriale	Operatori differenziali lineari del primo ordine in coordinate cartesiane. Operatori differenziali lineari del secondo ordine.
2.1			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
22-set	20	Calcolo Vettoriale	Operatori differenziali lineari del secondo ordine. Esempio: $\text{rot}(\text{rot})$, calcoli con delta ed epsilon.
	25	Calcolo Vettoriale	Definizione indipendente dalle coordinate di operatori vettoriali. Esempio: rotore in coordinate sferiche, conservatività del campo.
	10	Calcolo Vettoriale	Teorema divergenza e rotore. Equazioni di elettrostatica e magnetostatica in forma differenziale.
	30	Calcolo Vettoriale	Significato degli operatori vettoriali: esempio dalla idrodinamica per divergenza e rotore.
1.2			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
23-set	35	Calcolo Vettoriale	Discussione di esempi di campi vettoriali: flusso, circuitazione; interpretazione fisica degli esempi. Esempio: campo di quadrupolo elettrostatico, suo effetto focalizzante.
	50	Eq. di Maxwell	Forza di Lorentz; coppia su dipoli. Eq. di Maxwell in forma differenziale: equazioni di struttura e di sorgente. Conservazione della carica (deduzione dalle EqM). Induzione EM, fem, contributo moltiplicativo alla fem; legge di FNL; da integrale a differenziale. Ex: sbarra su rotale in B. Circuiti in moto: uguaglianza del termine magneto-motore con il termine dalla derivata (velocità di drift parallela a $\text{diff}(t)$). Richiamo sulle discontinuità dei campi (ND).
1.3			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
27-set	10	Chiacchiere	
	10	Eq. di Maxwell	Legge di FNL: esempio del solenoide con contatto strisciante.
	15	Eq. di Maxwell	Continuità della componente normale della densità di corrente. Esempio: giunzione di due conduttori diversi, calcolo campo e elettrico e densità di carica superficiale all'interfaccia.
	25	Eq. di Maxwell	Conduttori Ohmici, legge costitutiva. Conduttore perfetto e sue proprietà. Cenno al diamagnetismo perfetto di un conduttore perfetto e superconduttività. Tempo di rilassamento: equazione ed esempi.
40	Potenziali EM	Potenziale scalare e vettore. Invarianza di gauge. Caso statico: equazioni di Poisson per potenziale scalare e vettoriale. Soluzione per sorgenti limitate. Potenziale vettore e flusso del campo elettrico. Potenziale scalare di campo elettrico uniforme.	
2.2			

DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
29-set	5	Precisazioni	
	25	Potenziali EM	Potenziale scalare e vettore caso statico per sorgenti limitate. Esempio: campo di quadrupolo elettrostatico, armonicità, calcolo linee di campo.
	35	Potenziali EM	Potenziale di dipolo elettrico e magnetico: dipolo reale e ideale. Dal potenziale al campo. Calcolo del potenziale di dipolo elettrico, reale e ideale. Potenziale di dipolo magnetico per analogia. Sviluppo del potenziale scalare e vettore a grande distanza (ND). Definizione generale momento di dipolo elettrico/magnetico. Termine di monopolo elettrico e mancanza del monopolo magnetico. Termini di dipolo. Esempio: campo magnetico terrestre. Potenziale vettore per circuito filiforme.
	30	Potenziali EM	Applicazione: potenziale vettore su asse spira circolare. Applicazione: potenziale vettore di campo uniforme. Applicazione: coefficiente di mutua induttanza e sua simmetria. Confronto: analogie e differenze tra dipoli elettrici reali e ideali.
	0		
2.5			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
30-set	10	EM in materia	EM nella materia: generalità. Origine microscopica dei fenomeni EM in presenza di materia. Cariche libere, di polarizzazione; correnti libere, di polarizzazione, di magnetizzazione.
	25	EM in materia	Polarizzazione: vettore polarizzazione. Deduzione densità di volume e superficie di carica di polarizzazione, corrente di polarizzazione.
	30	EM in materia	Magnetizzazione: vettore magnetizzazione. Richiamo: definizione di corrente di volume e di superficie; relative densità di corrente. Deduzione densità di volume e superficie di corrente di magnetizzazione. Cenno alla non esistenza della magnetizzazione in Fisica Classica.
	20	EM in materia	Equazioni di Maxwell in presenza di materia. Campi D ed H. Relazioni costitutive del materiale. Mezzi lineari: suscettività elettrica e magnetica; permeabilità elettrica e magnetica. Polarizzazione e magnetizzazione rigide. Insufficienza della sola carica libera per determinare D. Insufficienza della sola corrente libera per determinare H.
2.6			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
11-ott	25	EM in materia	Mezzi lineari, mezzi omogenei e mezzi isotropi. Cenno ai mezzi non lineari, non omogenei e non isotropi. Polarizzazione e Magnetizzazione rigida, sviluppo in serie di Taylor della risposta.
	25	EM in materia	Discontinuità dei campi EM: componenti normali e tangenziali.
	25	EM in materia	Pressione elettrostatica. Pressione magnetostatica: esempio solenoide superconduttore.
	25	EM in materia	Sfera uniformemente polarizzata: calcolo potenziale e campo.
2.7			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
14-ott	30	EM in materia	Campo di una sfera uniformemente polarizzata. Analogia tra E ed H in condizioni statiche e senza cariche/correnti libere. Cenno al teorema di Helmholtz. Campo di una sfera uniformemente magnetizzata per analogia con il caso elettrico. Confronto: analogie e differenze tra caso elettrico e magnetico; linee di campo. Sfera di materiale LHI in campo elettrico uniforme.
	30	EM in materia	Campo elettrico in una cavità sferica entro un materiale polarizzato (campo locale). Polarizzabilità: calcolo approssimato per atomo di idrogeno. Relazione tra polarizzabilità e suscettività elettrica in mezzi densi: equazione di Clausius-Mossotti. Cenno ai materiali ferro-elettrici.
	30	EM in materia	Richiami sulla fenomenologia. Conducibilità, suscettività elettrica e magnetica: valori tipici. Polarizzazione e Magnetizzazione, cenno ad aspetti microscopici. Cenno al ferromagnetismo: isteresi, materiali dolci e duri. Applicazioni: misura temperatura con resistenza: schermaggio magnetico.
2.8			

DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
18-ott	5	Chiacchiere	
	40	EM in materia	Densità di carica e di corrente in mezzi LHI. Definizione di suscettività e permeabilità (differenziali) in materiali non lineari. Discussione dell'effetto Einstein-DeHaas; rapporto giromagnetico; rapporto giromagnetico per lo spin dell'elettrone.
	30	EM in materia	Forze su dipoli elettrici e magnetici; dipoli rigidi e a risposta lineare; energia potenziale. Applicazioni: induzione elettrostatica e forze di van der Waals.
	15	EM	Deduzione del teorema di Poynting.
2.0			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
21-ott	5	Chiacchiere	
	40		Teorema di Poynting; forma differenziale e integrale; località della conservazione dell'energia. Non unicità del vettore di Poynting. Cenno al bilancio della quantità di moto del campo EM; densità di quantità di moto. Cenno al fotone: energia, quantità di moto e momento angolare intrinseco.
	30		Esempio: bilancio energetico di un resistore circolare cilindrico. Esempio: velocità di deriva degli elettroni in un conduttore metallico e in un semiconduttore.
	10		Deduzione della equazione delle onde EM per un mezzo LHI. Velocità della luce.
2.0			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
25-ott	30		Onde elastiche longitudinali in una sbarra omogenea e isotropa.
	45		Onde: considerazioni generali. Equazione delle onde; soluzione generale; onde progressive e regressive; velocità di fase; pulsazione, vettore d'onda. Onde armoniche. Onde unidimensionali, bidimensionali, tridimensionali. Ampiezza in funzione della distanza.
	15		Equazione delle onde EM ed equazioni di Maxwell; perpendicolarità tra vettore d'onda e campi EM.
2.0			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
28-ott	20		Onde EM piane monocromatiche nel vuoto: relazioni tra frequenza, vettore d'onda, fase; tra campi elettrico e magnetico. Costanza e uniformità della componente longitudinale del campo nelle onde EM.
	25		Onde EM piane monocromatiche nel vuoto: densità di energia e flusso di energia. Onde EM piane monocromatiche nel vuoto: quantità di moto, semplice modello.
	35		Oscillazioni e Onde: esemplificazioni
	10		Cenno allo sviluppo in serie di Fourier.
2.0			

DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
15-nov	15		Richiami su onde EM. Onde EM in mezzi LHI perfetti. Indice di rifrazione. Forza di origine elettrica e di origine magnetica in presenza di onde EM: rapporto.
	15		Formalismo complesso per onde monocromatiche piane. Vettore d'onda complesso.
	20		Descrizione degli stati di polarizzazione di un'onda EM piana monocromatica.
	15		Absorbimento e scattering di onde EM: legge di Beer-Lambert; lunghezza di attenuazione.
	20		Dicroismo: legge di Malus; polarizzazione lineare per assorbimento. Polaroid.
15			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
17-nov	25		Onda polarizzata circolare in termini di polarizzazione lineare: onda polarizzata lineare in termini di polarizzazione circolare. Formalismo complesso nella sovrapposizione di onde con distinte polarizzazioni. Intensità di un'onda data come sovrapposizione di due stati di polarizzazione ortogonali distinti.
	20		Birifrangenza lineare. Lamina quarto d'onda e mezz'onda. Conversione tra polarizzazione lineare e circolare.
	10		Luce naturale e polarizzazione; treni d'onda quasi-monocromatici. Grado di polarizzazione di luce impolarizzata.
	30		Onde EM stazionarie: riflessione da un perfetto conduttore. Esempi: metallo in forno a microonde, metal-detector. Cenno alle cavità risonanti
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
18-nov	20		Attività ottica (birifrangenza circolare): rotazione del piano di polarizzazione di onde EM polarizzate linearmente. Birifrangenza lineare e circolare indotta da campi EM esterni e da deformazioni meccaniche. Effetto Faraday: misurazione dei campi magnetici cosmologici.
	30		Condizioni cinematiche per un'onda piana monocromatica all'interfaccia piana tra due mezzi diversi. Uguaglianza delle frequenze e leggi di Snell per la riflessione e rifrazione. Riflessione interna totale.
	40		Onde EM: riflessione e rifrazione. Impedenza di onda EM. Leggi di Fresnel. Angolo di Brewster; polarizzatore ad angolo di Brewster.
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
29-nov	30		Riflessione e rifrazione di onde EM e formule di Fresnel: discussione ed esempi. Andamento dei coefficienti di riflessione e trasmissione, riflettività e trasmittività. Polarizzazione parziale della luce riflessa. Bilancio energetico: incidenza normale e obliqua. Cambio di fase in riflessione e trasmissione.
	30		Riflessione interna totale e onda evanescente: onda piana non omogenea nel secondo mezzo. Riflessione interna totale frustrata.
	30		Condizioni al contorno, coefficienti di riflessione e trasmissione per onde meccaniche longitudinali: impedenza. Cambio di fase in riflessione e trasmissione.
29-nov			

DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
2-dic	25		Onde meccaniche: energia cinetica, energia potenziale elastica e potenza. Onde monocromatiche piane: energia e potenza media; relazione tra intensità, potenza e densità di energia.
	30		Effetto Doppler per onde meccaniche: cambio di frequenza. Esempi e applicazioni dell'effetto Doppler per onde meccaniche: AutoVelox, ecografia-Doppler. Onda d'urto e numero di Mach.
	35		Esempi e applicazioni: esemplificazioni e fenomenologia. Onde meccaniche, effetto Doppler, riflessione e rifrazione di onde meccaniche (onde sonore) e EM. Sonar. Onde sonore (il decibel), Sensibilità dell'orecchio, Modulo di Young e velocità del suono in diversi materiali. Onde EM, spettro e dispersione. Indice di rifrazione in diversi materiali e dipendenza dalla frequenza. Pressione di radiazione e coda delle comete.
2.1.1			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
6-dic	45		Fenomeni di interferenza: introduzione. Esempio con onde scalari piane monocromatiche equidirezionali. Intensità, termine di interferenza: coerenza mutua di due sorgenti; incoerenti. Frange di interferenza: visibilità delle frange. Non interferenza di onde con frequenza diversa. Somma di funzioni sinusoidali a stessa frequenza.
	45		Algebra di vettori complessi. Valore medio nel tempo di un prodotto in formalismo complesso. Vettore di Poynting complesso. Sovrapposizione di onde EM monocromatiche piane equidirezionali: onda risultante. Intensità di onda EM monocromatica piana con vettore onda complesso. Non interferenza di onde con polarizzazione ortogonale.
2.1.2			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
9-dic	60		Interferenza nel regime di Fraunhofer con sorgenti puntiformi di onde sferiche. Due sorgenti identiche con sfasamento arbitrario: esperienza di Young. Catena lineare di sorgenti identiche equispaziate in fase. Studio della intensità relativa: larghezza del picco.
	15		Fenomenologia della diffrazione: propagazione non rettilinea delle onde: dipendenza da lunghezza d'onda, dimensioni ostacoli.
	15		Principio di Huygens'. Diffrazione da una fenditura lunga e sottile.
2.1.3			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
13-dic	90		Diffrazione da una fenditura rettangolare e circolare. Reticolo di diffrazione. Potere risolutivo (fenditura circolare e reticolo). Applicazioni, esempi: potere risolutivo di telescopio e occhio umano; allargamento di un fascio laser. Spettrografia con reticoli. Sorgenti non puntiformi: effetto della dimensione trasversa della sorgente sull'osservazione della figura di diffrazione. Applicazione: interferometro stellare di Michelson.
	40		Frange di interferenza all'infinito (raggi paralleli), focalizzazione con lente: interferenza da lamina a facce piane parallele. Campi EM prodotti da una carica in moto rettilineo uniforme con velocità arbitraria. Irraggiamento di onde EM: deduzione per carica non relativistica dei campi di radiazione (metodo di Thomson). Cenno alla estensione per carica relativistica dei campi di radiazione.
2.1.4			

DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
16-dic	45		Formula di Larmor per la potenza irradiata. Dipolo elettrico e dipolo magnetico oscillante. Espressione in termini delle correnti. Antenne a dipolo elettrico e magnetico. Campi elettrici e campi magnetici per dipoli oscillanti: onde EM sferiche non omogenee. Diagramma di radiazione.
	45	MM	Spettri continui, di emissione e assorbimento: righe spettrali. Effetto Doppler per onde EM. Spettri stellari: redshift. Optica atmosferica, trasparenza, miraggio e fata morgana, rifrazione atmosferica a tramonto e alba, raggio verde. Riflessione e rifrazione e principio di Huygens. Riflessione speculare e diffusa. Applicazioni: specchio retrovisore notturno. Cenno al criterio di Rayleigh per la planarità di una superficie. Diagrammi di radiazione: interferenza due antenne identiche con fasi diverse; interferenza tante antenne identiche in fase.
		MM (continued)	Applicazioni: radiotelescopi. Reticoli di diffrazione e dispersione spettrale. Radiazione EM: moto generico; dipoli oscillanti; radiazione di ciclotrone e sincrotrone in astrofisica.
2.9			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
19-dic	50		Onde EM in materia: modello di risposta a dipoli elettrici oscillanti in mezzo diluito non magnetico (conduttore o isolante). Polarizzazione, suscettività elettrica: parte reale e immaginaria; cenno alle modifiche per mezzi densi. Dispersione, normale e anomale; indice di rifrazione complesso.
	25		Potenza riemessa. Polarizzazione della luce riemessa. Sezione d'urto dello scattering. Scattering Rayleigh (lunghezza d'onda grande rispetto alle dimensioni del sistema). Blu del cielo e rosso al tramonto. Scattering da nuvole. Interpretazione microscopica dell'angolo di Brewster.
	15		Energia ceduta al mezzo: dipendenza da parte reale della conducibilità e da quella immaginaria della suscettività elettrica.
2.10			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
20-dic	90		Onde EM in mezzo generico conduttore. Limite di buon conduttore e cattivo conduttore. Espressione del vettore d'onda in mezzo generico (onde omogenee). Profondità di pelle; frequenza di plasma. Esempi: riflettività di oro e argento. Body colour e surface colour.
2.11			
DATA	#	TITOLO	ARGOMENTI
23-dic	40		Cenno alla radiazione di ciclotrone e sincrotrone. Cenno alle sorgenti non monocromatiche: spettro di una sinusoide troncata. Cenno al Principio di Fermat; applicazione alla legge della riflessione e rifrazione. Cenno alle onde dispersive: cenni. Velocità di fase e di gruppo. Esempio di onde dispersive: onde sull'acqua (bassa); fenomenologia e interpretazione dello tsunami.
2.12			