

# Programma Fisica Generale 2A - Anno Accademico 2008-2009

22-set-08

Introduzione al corso  
Richiami di Algebra Vettoriale  
Coordinate Cartesiane ortogonali, vettori, prodotto scalare e vettoriale.  
Delta di Kronecker ed Epsilon di Levi-Civita  
Esempi/Applicazioni: descrizione di un parallelogramma attraverso un vettore  
Esempi/Applicazioni: teoremi dei seni e dei coseni.  
Prodotti vettoriali tripli.  
Esempi/Applicazioni: componente di un vettore parallela / perpendicolare ad un versore dato  
Momento di un vettore applicato; legge di trasformazione del momento al variare del polo.  
Risultante e momento risultante di un sistema di vettori applicati  
Sistemi di vettori applicati equivalenti e riduzione di un sistema ad un sistema equivalente elementare.  
Operatori vettoriali: definizione indipendente dalle coordinate. Significato degli operatori vettoriali.  
Operatori vettoriali in coordinate cartesiane, cilindriche e sferiche.  
I tre teoremi fondamentali del calcolo integrale.  
Esempi/Applicazioni: volume di un cono.  
Operatori vettoriali lineari del secondo ordine; laplaciano scalare e vettore.

23-set-08

Calcolo del laplaciano vettore in coordinate cartesiane.  
Potenziati scalare e vettore.  
Cenno al teorema di Helmholtz.  
Significato di divergenza e rotore, idrodinamica: flusso e circuitazione del campo di velocità di fluidi.  
Operatori vettoriali: esempi vari di campi vettoriali e discussione.  
Esempi/Applicazioni: campo di quadrupolo elettrostatico/magnetostatico; cenno all'effetto focalizzante; linee di campo.  
Forza di Lorentz; definizione operativa dei campi.  
Equazioni di Maxwell in forma integrale e differenziale: equivalenza per domini di integrazione fissi.  
Struttura delle equazioni di Maxwell; relazioni, similitudini e differenze.  
Conservazione della carica come conseguenza delle equazioni di Maxwell.

26-set-07

Equazione di conservazione della carica.  
Cenno alle equazioni di bilancio/conservazione in generale. Esempi di grandezze non conservate.  
Densità di carica di volume e di superficie.  
Densità di corrente di volume e di superficie.  
Discontinuità delle componenti normali dei campi EM.  
Discontinuità delle componenti tangenziali dei campi EM.  
Discontinuità della componente normale della densità di corrente in condizioni stazionarie e assenza di correnti di superficie.  
Esempi/Applicazioni: strato di carica e strato di corrente.  
Forza su dipolo in campo esterno non uniforme: cenno.  
Coppia su dipolo ideale in campo esterno. Momento rispetto ad un polo qualunque.  
Richiamo: principio di sovrapposizione.  
Pressione elettrostatica (applicazione del principio di sovrapposizione).  
Pressione magnetostatica.  
Esempi/Applicazioni: pressione sulle pareti di un solenoide superconduttore.

30-set-08

Esempi/Applicazioni: strato infinito uniforme di carica e di corrente; campi EM.  
Relazione tra densità di corrente e campi EM e/o altre forze impresse alle cariche libere. Disco di Nichols.  
Conduttori ohmici, proprietà.  
Conduttori perfetti, proprietà.  
Esempi/Applicazioni: campi EM entro conduttore perfetto.  
Esempi/Applicazioni: tempo di rilassamento.  
Esempi/Applicazioni: giunzione tra due conduttori diversi.  
Forza elettromotrice: di origine non EM e di origine EM  
Cenno alla trasformazione tra forma integrale e differenziale delle Equazioni di Maxwell per domini in movimento.  
Induzione EM, forza elettromotrice, contributo mozionale alla fem.  
Esempi/Applicazioni: contro Esempi/Applicazioni alla regola del flusso, solenoide con contatto strisciante.

1-ott-08

Esempi: metal detector, sistemi di sicurezza, sistemi anti-taccheggio, correnti di Foucault, freno EM, forno ad induzione.  
Esempi/Applicazioni: trascurabilità, in condizioni tipiche, della corrente di spostamento rispetto a quella di conduzione.  
Esempi/Applicazioni: ordine di grandezza, in condizioni tipiche, del campo elettrico indotto da campi magnetici variabili.  
Esempi/Applicazioni: velocità di deriva in rame.  
Potenziale scalare e vettore. Invarianza di gauge. Gauge di Lorenz e Coulomb.  
Equazioni per i potenziali.  
Potenziati nel caso statico. Equazione di Poisson per potenziale scalare e vettore; soluzione generale.

6-ott-08

Deduzione del potenziale per dipolo elettrico reale e limite di dipolo ideale.  
Momento di dipolo elettrico per distribuzione arbitraria di carica. Cenno allo sviluppo in multipoli.  
Esempi/Applicazioni: potenziale e campo elettrico sull'asse di un anello uniformemente carico.  
Potenziale per dipoli magnetici ideali.  
Momento di dipolo magnetico per distribuzione arbitraria di corrente. Cenno allo sviluppo in multipoli.  
Potenziale vettore per circuiti filiformi.  
Esempi/Applicazioni: potenziale vettore sull'asse di spira circolare piana.  
Esempi/Applicazioni: momento di dipolo magnetico di una spira piana.  
Esempi/Applicazioni: momento di dipolo magnetico di una spira qualunque.  
Esempi/Applicazioni: potenziale di campo elettrico e magnetico uniforme e costante.  
Esempi/Applicazioni: campo a distanza di un condensatore/solenoide.  
Esempi/Applicazioni: cenno la campo magnetico di Terra e pianeti.  
Confronto tra dipolo elettrico/magnetico: similitudine a distanza, differenze vicino.  
Auto-induttanza e mutua induttanza.  
Indipendenza di L, M dalla corrente del circuito generatore in mezzi lineari. Simmetria del coefficiente di mutua induttanza.  
Bilancio energetico per due circuiti con resistenza, auto-induttanza e mutua-induttanza. Relazione tra L ed M.  
Coefficienti di capacità e induzione di un sistema di conduttori. Capacità di un condensatore.

7-ott-08

	Esempi/Applicazioni: quadrupolo elettrostatico.
	Esempi/Applicazioni: molecola di HCl.
	Campi EM e trasporto/immagazzinamento di energia e momento angolare: esempi.
	Deduzione del teorema di Poynting; forma locale e forma integrale. Non unicità del vettore di Poynting.
	Bilancio energetico dei campi EM. Conservazione dell'energia campi EM e materia per campi localizzati.
	Cenno alla quantità di moto e momento angolare del campo EM.
	Esempi di quantità di moto e momento angolare associati ai campi EM: coda delle comete, paradosso di Feynmann.
10-ott-08	
	Esempi/Applicazioni: studio del bilancio energetico di un conduttore Ohmico percorso da corrente: bilancio locale ed integrale.
	Esempi/Applicazioni: polarizzabilità atomo di idrogeno con densità carica sferica uniforme.
	Esempi/Applicazioni: cenno alla polarizzabilità atomo di idrogeno con densità carica sferica esponenziale.
	Esempi/Applicazioni: campi e momento magnetico di atomo di idrogeno (modello con elettrone in moto circolare uniforme).
	Polarizzabilità e Magnetizzabilità di un atomo/molecola.
13-ott-08	
	Struttura della materia: atomi, molecole. Concetto di mole.
	EM nella materia: generalità.
	Origine microscopica dei fenomeni EM in presenza di materia.
	Fenomenologia: materiali polarizzabili e magnetizzabili; effetto di un campo esterno.
	Cariche libere, di polarizzazione; correnti libere, di polarizzazione, di magnetizzazione.
	Polarizzazione: cenno alla interpretazione microscopica in termini di deformazione ed orientamento.
	Magnetizzazione: cenno alla interpretazione microscopica in termini di deformazione ed orientamento (correnti e spins).
	Deduzione densità di volume e superficie di carica di polarizzazione, corrente di polarizzazione.
14-ott-08	
	Deduzione densità di volume e superficie di corrente di magnetizzazione.
	Polarizzazione e magnetizzazione rigide.
	Sfera uniformemente polarizzata e sfera uniformemente magnetizzata: cariche e correnti.
	Esempi/Applicazioni: campo prodotto da una sfera uniformemente polarizzata.
	Equazioni di Maxwell in presenza di materia.
	Campi D ed H. Relazioni costitutive del materiale; mezzi LHI.
	Materiali omogenei, isotropi: risposta lineare
17-ott-08	
	Suscettività elettrica e magnetica: cenno alla definizione storica obsoleta. Suscettività differenziale per mezzi non lineari.
	Insufficienza della carica libera per determinare D; insufficienza della corrente libera per determinare H. Cenno al teorema di Helmholtz.
	Permeabilità elettrica e magnetica; limiti sui valori della permeabilità statica.
	Esempi/Applicazioni: sfera di materiale LHI, polarizzabile in campo esterno fissato.
	Forza su sfera LHI in campo esterno; attrazione/repulsione. Energia potenziale di dipolo polarizzabile/magnetizzabile in campo esterno.
	Forza su sfera polarizzabile LHI in campo esterno di carica puntiforme (cenno).
21-ott-08	
	Discontinuità dei campi EM: componenti normali e tangenziali.
	Rifrazione delle linee di campo: E, B, D, H.
	Analogia formale, in condizioni statiche e in assenza di cariche/correnti libere, tra le equazioni per E ed H. Densità di carica magnetica.
	Campo di una sfera uniformemente magnetizzata per analogia con il caso elettrico.
	Sfera diamagnetica e paramagnetica in campo esterno; confronto.
	Sfera di materiale LHI, polarizzabile/magnetizzabile, in campo esterno fissato; confronto tra caso elettrico e magnetico.
	Esempi/Applicazioni: schermo magnetico cilindrico.
	Suscettività elettrica +infinito. Suscettività magnetica -1.
	Valori tipici della suscettività elettrica/magnetica.
	Effetto Einstein-deHaas: rapporto giromagnetico ed evidenza del contributo di spin.
27-ott-08	
	Cenno alle proprietà delle particelle elementari: massa, carica, spin, momento di dipolo; grandezze dinamiche.
	Cenno al concetto di fotone: energia, quantità di moto e momento angolare.
	Interazioni tra particelle, atomi, molecole: Van der Waals.
	Cenno alla non esistenza della magnetizzazione in Fisica Classica.
	Mezzi LHI: proporzionalità tra le varie densità di carica di volume.
	Variabilità dei campi EM in materia; campo medio nella materia.
	Campo in una cavità sferica entro un materiale polarizzato/magnetizzato (campo locale).
	Relazione tra polarizzabilità e suscettività elettrica in mezzi densi isotropi lineari e non polari: equazione di Clausius-Mossotti.
	Analogo dell'equazione di Clausius-Mossotti per caso magnetico.
	Relazioni costitutive: polarizzazione e magnetizzazione rigide, sviluppo in serie di Taylor della risposta; esempi.
	Relazioni costitutive: risposta non lineare, suscettività differenziale, cenni; saturazione di polarizzazione/magnetizzazione.
	Relazioni costitutive: isteresi, materiali ferro-elettrici/ferro-magnetici; effetto Barkhausen.
	Risposta lineare anisotropa di molecola biatomica: insufficienza dell'idea di polarizzazione/magnetizzazione parallela al campo.
	Relazioni costitutive: risposta non isotropa, cenni; conducibilità, permeabilità elettrica/magnetica.
	Relazioni costitutive: risposta non omogenea, cenni.
	Solidi LHI; modulo di Young, Poisson.
15-nov-08	
	Solidi LHI; modulo di scorrimento, compressibilità.
	Relazioni tra i quattro moduli: vincoli sui valori dei quattro moduli.
	Esempi/Applicazioni: compressione di un sbarra vincolata lateralmente.
	Onde longitudinali uni-dimensionali in una sbarra LHI; equazione delle onde e velocità di fase.
	Cenno alla velocità di fase di onde elastiche trasversali, onde torsionali e onde EM.
17-nov-08	
	Onde EM nel vuoto: equazioni di Maxwell: trasversalità e relazione tra campi e vettore d'onda.
	Onde: proprietà generali; esempi. Onde trasversali e longitudinali.
	Equazione classica delle onde (di D'Alembert).
	Soluzione generale dell'equazione di D'Alembert uni-dimensionale (mezzi illimitati e senza dispersione); velocità di fase.
	Linearità: principio di sovrapposizione; cenno allo sviluppo in serie/integrale di Fourier.
	Onde piane monocromatiche; frequenza, lunghezza d'onda, vettore d'onda, fase e costante di fase.
	Soluzione generale dell'equazione di D'Alembert tri-dimensionale per onde isotrope; onde sferiche.
	Cenno: onde EM riflesse da un piano conduttore infinito.
	Esemplificazioni multimediali.
18-nov-08	
	Onde EM monocromatiche piane: proprietà: energia e intensità.
	Componente longitudinale di un'onda EM monocromatica piana.

	Esempi/Applicazioni: onde EM riflesse da un piano conduttore infinito; cavità EM unidimensionale. Cenni a guide d'onda e cavità EM. Onde stazionarie in una dimensione: separazione delle variabili nell'equazione di D'Alembert. Cenni: modi normali della corda vibrante. Polarizzazione delle onde EM.
24-nov-08	Assorbimento: legge di Beer-Lambert; lunghezza di estinzione. Formalismo complesso e vettore d'onda complesso; valor medio per campi armonici complessi. Combinazione di stati di polarizzazione lineare e circolare; basi per la polarizzazione: polarizzazione lineare e circolare. Onde EM in materiale perfetto; vettore di Poynting; impedenza di onda ed espressione dell'intensità. Luce naturale e polarizzazione. Dicroismo lineare e circolare; polarizzazione per dicroismo. Birifrangenza ed attività ottica, naturali ed indotte; lamina quarto d'onda e mezz'onda.
25-nov-08	Mezzi EM non LHI: fenomenologia; Esempi/Applicazioni. Esempi/Applicazioni: misura di campi magnetici con effetto Faraday. Esempi/Applicazioni: cella di Kerr. Esempi/Applicazioni: cinema 3D. Polarizzatori; grado di polarizzazione. Forza e Momento esercitato dalla radiazione EM per assorbimento/riflessione; modello corpuscolare e ondulatorio. Esempi/Applicazioni: pressione della radiazione solare sulle persone. Esempi/Applicazioni: pressione della radiazione solare e coda delle comete. Onde meccaniche longitudinali: espressioni di energia, flusso di energia, intensità e relazioni. Impedenza delle onde meccaniche longitudinali e delle onde EM.
1-dic-08	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. Principio di Fermat: riflessione e trasmissione delle onde. Onde EM: impedenza e intensità per Z reale. Relazioni di Fresnel per l'intensità di onda riflessa e trasmessa; proprietà; riflessione/trasmisione normale e radente. Angolo di Brewster e polarizzazione della luce riflessa e trasmessa. Bilancio energetico in riflessione/trasmisione. Esempi/Applicazioni: potenza riflessa da vetro, riflessione multipla da vetro e doppia immagine. Esempi/Applicazioni: polarizzazione della luce riflessa. Esempi/Applicazioni: il diamante. Esempi/Applicazioni: fibre ottiche. Onde meccaniche longitudinali: riflessione trasmissione; impedenza delle onde meccaniche longitudinali.
2-dic-08	Esempi e applicazioni: strato antiriflettente (riflessioni multiple). Esempi ed applicazioni: principio di Huygens e riflessione/rifrazione. Esempi ed applicazioni: onde su acqua bassa, tsunami. Esempi ed applicazioni: onde elastiche in 3 dimensioni, onde di superficie, terremoti. Esempi ed applicazioni: acustica, l'orecchio, il decibel; velocità del suono; il sonar, sensori ad ultrasuoni.
9-dic-08	Interferenza: generalità. Esempio di interferenza tra due onde monocromatiche viaggianti nella stessa direzione. Non interferenza tra onde a frequenza differente. Sorgenti coerenti e incoerenti Somma di funzioni armoniche, formalismo reale e complesso. Onda risultante di onde EM monocromatiche piane viaggianti nella stessa direzione. Non interferenza tra onde EM monocromatiche piane viaggianti nella stessa direzione con polarizzazioni ortogonali. Intensità. Interferenza tra onde sferiche identiche: due antenne di dipolo ed esperimento di Young, interferenza costruttiva e distruttiva. Calcolo della figura di interferenza per due sorgenti con fase arbitraria in approssimazione di Fraunhofer; discussione. Sorgenti in fase: sorgenti sfasate di un quarto di ciclo. Calcolo della figura di interferenza per N sorgenti con stessa fase in approssimazione di Fraunhofer; discussione. Interferenza tra due onde EM monocromatiche piane con diverso vettore d'onda ma E oppure B nella stessa direzione (fasci incrociati). Interferenza per N sorgenti con stessa fase in approssimazione di Fraunhofer; discussione. Interferenza da sorgenti bi-dimensionali e tri-dimensionali. Osservazione delle frange di interferenza all'infinito.
12-dic-08	Diffrazione: generalità. Principio di Huygens, forma semplificata con fronte d'onda piano su apertura su schermo piano. Fenditura lineare, rettangolare, circolare; criterio di Rayleigh per il potere risolutivo. Reticolo; potere risolutivo. Irraggiamento da carica accelerata; metodo di Thompson.
15-dic-08	Campi di radiazione per moto non relativistico da sorgenti piccole. Formula di Larmor. Dipolo elettrico e magnetico oscillante. Dipolo elettrico e magnetico oscillante in termini di corrente (cenni); resistenza di radiazione. Modello classico di Drude-Lorentz per la risposta di un mezzo non polare e non magnetico diluito. Dispersione e permeabilità elettrica complessa; indice di rifrazione complesso; dispersione normale ed anomala. Equazioni di Maxwell in un mezzo LHI Ohmico: conducibilità e permeabilità elettrica. Diffusione da atomi nella materia; diffusione Rayleigh e Thomson; polarizzazione della luce diffusa. Esempi ed applicazioni: blu del cielo, rosso del sole ad alba e tramonto; diffusione delle nuvole. Esempi ed applicazioni: irraggiamento; riflessione speculare/diffusa; curvatura della luce in atmosfera, miraggio e raggio verde.
16-dic-08	Onde EM in materia: energia ceduta e permeabilità elettrica complessa. Modello di Drude per un conduttore: buoni e cattivi conduttori; casi limite: basse e alte frequenze. Effetto Doppler per onde meccaniche. Effetto Doppler per onde EM (cenni). Esempi ed applicazioni: autovelox, eco-Doppler, misura delle velocità stellari. Cenni alle onde d'urto meccaniche: numero di Mach.