

## Argomenti delle lezioni del corso di Elettromagnetismo 2011-12

- 5 marzo** (2 ore) Introduzione al corso, modalità del corso, libri di testo, esercitazioni. Il fenomeno dell'elettricità. Elettrizzazione per strofinio. / Cariche positive e negative. Forze tra le cariche. Carica elementare, nucleo, atomo. Isolanti e conduttori. Induzione elettrostatica. Elettroscopio a foglie.
- 6 marzo** (1 ora) Forza di Coulomb. Unità di misura. Campo elettrico, linee di forza del campo.  
(1 ora) Esercitazione: calcolo del campo elettrico da due cariche uguali di segno opposto.
- 8 marzo** (1 ora) Esercitazione: campo elettrico da un filo carico (calcolo diretto), campo elettrico sull'asse di un anello carico.  
(1 ora) Teorema di Gauss.
- 9 marzo** (1 ora) Teorema della divergenza. Prima equazione di Maxwell. Commenti su teorema di Gauss e su prima equazione Maxwell.  
(1 ora) Esercitazione: campo elettrico da filo con teorema di Gauss. Campo da piano carico: calcolo completo e da teorema di Gauss.
- 12 marzo** (1 ora) Potenziale elettrico per una carica puntiforme, operatore gradiente e nablà.  
(1 ora) Potenziale per uno strato carico. Esercitazioni: campo da un doppio strato carico.
- 13 marzo** (1 ora) Osservazioni sull'operatore gradiente, gradiente in coordinate sferiche. Superfici equipotenziali. Potenziale con distribuzione di carica estesa all'infinito.  
(1 ora) Esercitazioni: Potenziale di un doppio strato carico. Coordinate sferiche.
- 15 marzo** (1 ora) Dipolo elettrico. Potenziale del dipolo elettrico. Potenzie e campo in coordinate sferiche e cartesiano. Forza, momento delle forze ed energia potenziale per un dipolo elettrico posto in un campo elettrico.  
(1 ora) Esercitazioni: Campo da distribuzione radiale di cariche. Campo e potenziale per una sfera uniformemente carica.
- 16 marzo** (1 ora) Campo e potenziale da una superficie sferica carica. Forza e momento su dipolo elettrico da variazione energia potenziale. Sviluppo in serie di multipoli (vedi appunti).  
(1 ora) Esercitazioni (prof. Varsano).
- 19 marzo** (2 ore) Osservazioni su momento di dipolo elettrico. Campi conservativi e operatore rotore. / Conduttori, campo elettrico all'interno di un conduttore. Componenti del campo alla superficie di separazione tra due mezzi. Potenziali interno ed esterno in prossimità della superficie di un conduttore.
- 20 marzo** (2 ore) Esercitazioni (prof. Varsano).
- 22 marzo** (2 ore) Teorema di Coulomb, contributi al campo. Casi di distribuzioni di cariche su conduttori. Schermo elettrostatico. Proprietà delle punte con esempio. / Capacità di un conduttore. Matrice dei potenziali e di capacità. Capacità di un condensatore

elettrostatico.

- 23 marzo** (1 ora) Esercitazioni: capacità di condensatore sferico, cilindrico, piano. Calcolo dei coefficienti di potenziale per un sistema di conduttore sferico circondato da strato conduttore.  
(1 ora) Energia elettrostatica di un sistema di cariche. Energia del campo elettrostatico.
- 26 marzo** (2 ore) Calcolo dell'energia elettrostatica di un condensatore con diverse procedure. Energia elettrostatica da superficie sferica con integrale su spazio e su superficie che lo circonda. / Energia elettrostatica di una sfera uniformemente carica. Raggio classico dell'elettrone. Pressione su un conduttore. Forza elettrostatica sui conduttori.
- 27 marzo** (1 ora) Forza elettrostatica a carica e a voltaggio costanti. Serie e parallelo di condensatori.  
(1 ora) Esercitazione (prof. Varsano).
- 29 marzo** (2 ore) Problema di gusci sferici concentrici a realizzare un doppio condensatore sferico. Circuito equivalente, energia elettrostatica. Problema di Dirichlet e di Neumann / Metodo carica immagine. Carica puntiforme davanti a piano conduttore.
- 30 marzo** (2 ore) Potenziale e campo nell'ultimo problema come somma dei potenziali dei gusci sferici. Carica immagine in sfera con carica puntiforme. / Caratteri generali dei dielettrici. Polarizzazione per deformazione. Semplice modello atomico.
- 2 aprile** (2 ore) Polarizzazione per deformazione, polarizzazione per orientamento. Funzione di Langevin. / Vettore intensità di polarizzazione. Carica di polarizzazione di superficie e di volume e relazioni con intensità di polarizzazione.
- 3 aprile** (2 ore) Esercitazioni (prof. Varsano).
- 12 aprile** (1 ora) Polarizzazione in aeriformi e in mezzi densi. Suscettività dielettrica, formula di Clausius-Mossotti. Vettore di spostamento. Equazioni dei campi in un dielettrico. Dielettrici perfetti.  
(1 ora) Esercitazioni (prof. Varsano).
- 13 aprile** (2 ore) Elettrostatica in presenza di dielettrici. Equazioni dei campi D ed E. Esempi di sfera conduttrice carica in dielettrico. / Problema elettrostatico in presenza di più dielettrici Condizioni di raccordo sui campi alla superficie di separazione tra due dielettrici, legge di rifrazione delle linee di forza.
- 16 aprile** (1 ora) Esercitazione: campo per un conduttore sferico circondato da uno strato dielettrico e da un dielettrico di tipo diverso, vettore intensità di polarizzazione, cariche di polarizzazione.  
(1 ora) Definizione operativa di campi E e D. Energia elettrostatica in presenza di dielettrici. Condensatore piano con due dielettrici. Rigidità dielettrica.
- 17 aprile** (2 ore) Conduttori, corrente elettrica. Modello di moto di elettroni in conduttore metallico, velocità termica. Potenza trasferita in un conduttore. / Velocità di deriva. Generatore di Van der Graaf.

- 19 aprile** (1 ora) Densità di corrente. Legge di conservazione della carica, equazione di continuità.  
(1 ora) Esercitazioni (prof. Varsano).
- 20 aprile** (2 ore) Campo solenoidale. Corrente stazionaria. Legge dei nodi e delle maglie. Caso quasi stazionario. Leggi di Ohm, dipendenza dalla temperatura, legge di Ohm in forma locale. / Legge di Joule. Potenza trasferita localmente in un conduttore. Macchina di Wimshurst
- 23 aprile** (2 ore) Generatori. Campo elettromotore, forza elettromotrice. Circuito equivalente del generatore. Condensatore di forma qualsiasi e costante CR. Resistenza di strato cilindrico. Carica e scarica di un condensatore.
- 24 aprile** (2 ore) Introduzione al magnetismo. Seconda formula di Laplace. Forza di Lorentz. Conduzione elettrica nei gas, legge di Paschen .
- 26 aprile** (2 ore) Azioni meccaniche su un circuito percorso da corrente. Teorema di equivalenza di Ampere (prima parte). Momento meccanico per la spira rigida, momento di dipolo magnetico. Energia e forza per un dipolo magnetico in campo B. Esempi di forza di Lorentz: moto di una carica in un campo B uniforme. Sincrotrone, bottiglia magnetica.
- 27 aprile** (1 ora) Prima formula di Laplace, formula fondamentale della magnetostatica nel vuoto. Campo magnetico da un filo rettilineo infinito percorso da corrente.  
(1 ora) Selettore di velocità, spettrometro di massa. Ciclotrone. Esercitazioni: campo magnetico sull'asse di una spira percorsa da corrente. Momento magnetico di un disco carico ruotante.
- 30 aprile** (1 ora) Linee di forza e flusso del vettore B. II equazione di Maxwell.  
(1 ora) Esercitazioni: campo magnetico da un nastro percorso da corrente, campo in un solenoide.
- 3 maggio** (1 ora) Teorema della circuitazione di Ampere. IV equazione di Maxwell.  
1 ora) Esercitazioni (prof. Varsano).
- 4 maggio** (1 ora) Considerazioni sulla prima parte del teorema di equivalenza di Ampere. Potenziale magnetico scalare. Seconda parte del teorema di equivalenza.  
(1 ora) Esercitazioni. Applicazioni del teorema della circuitazione a un cavo percorso da corrente: campo all'interno e all'esterno, al caso di un solenoide. Problema con condensatore cilindrico verticale e dielettrico liquido.
- 7 maggio** (2 ore) Potenziale magnetico vettoriale. Trasformazione di gauge. Proprietà del potenziale magnetico vettoriale. Potenziale vettore da una piccola spira. / Forze tra circuiti percorsi da corrente. Caso di due fili infiniti e paralleli. Definizione dell'unità di misura Ampère.
- 9 maggio** (2 ore) Esercitazione in aula.
- 10 maggio** (1 ora) Forze tra fili paralleli. Effetto Hall. /  
(1 ora) Esercitazioni. Potenziale vettore e campo da una piccola spira. Momento d'inerzia e momento magnetico di una sfera carica ruotante.

- 11 maggio** (1 ora) Introduzione campo magnetico nella materia. Modello atomico e momento magnetico atomico. Magnetone di Bohr.  
(1 ora) Esercitazioni (prof. Varsano).
- 14 maggio** (2 ore) Intensità di magnetizzazione. Correnti amperiane di volume e di superficie. / Relazione tra intensità di magnetizzazione e densità di corrente microscopica (solo risultato finale dell'equaz. VI.15, senza dimostrazione)
- 15 maggio** (2 ore) Riepilogo su correnti amperiane e intensità di magnetizzazione. Campo magnetico. Teorema della circuitazione per H. Equazioni magnetostatica. Condizioni di raccordo sulla superficie di separazione tra due sostanze diverse magneticamente. / Legge di rifrazione delle linee di forza per H e B. Suscettività magnetica. Proprietà delle sostanze diamagnetiche paramagnetiche. Correnti amperiane sulla superficie di un cilindro magnetizzato all'interno di un solenoide.
- 17 maggio** (2 ore) Proprietà macroscopiche di sostanze ferromagnetiche. Curva di isteresi. Legge di Curie-Weiss. Campo magnetico microscopico locale in un mezzo. / Domini di Weiss. Momento magnetico di Larmor. Interpretazione microscopica del diamagnetismo
- 18 maggio** (2 ore) Magnetizzazione per orientamento e funzione di Langevin. Interpretazione microscopica del paramagnetismo e legge di Curie. Interpretazione microscopica del paramagnetismo. / Interpretazione microscopica del ferromagnetismo, ciclo di isteresi. Proprietà di sostanze ferromagnetiche ad alta temperatura. Temperatura di Curie. Legge di Curie-Weiss.
- 21 maggio** (1 ora) Circuiti magnetici. Legge di Hopkinson. Elettromagnete.  
(1 ora) Esercitazioni: cavo percorso da corrente circondato da due guaine ferromagnetiche. Campi H,B,M e correnti amperiane.
- 22 maggio** (2 ore) Esercitazioni (prof. Varsano).
- 24 maggio** (2 ore) Completamento problema lezione precedente. / Trasformazioni relativistiche di carica e densità di corrente. Caso di particella in moto nel campo B da filo percorso da corrente. Trasformazioni dei campi B ed E.
- 25 maggio** (2 ore) Magnete permanente. Campi da cariche magnetiche. / Legge di Faraday-Neumann, osservazioni sperimentali. Legge di Lenz.
- 28 maggio** (2 ore) Caso di campo B costante. Flusso tagliato. / Problema su sbarretta che chiude un circuito e che cade in campo B costante.
- 29 maggio** (2 ore) Forza elettromotrice e moto di sistemi di riferimento. III equazione di Maxwell / Fenomeno dell'autoinduzione, coefficiente di autoinduzione. Circuito RL, carica e scarica del circuito (VII.4). Legge di Felici (VII.4).
- 31 maggio** (1 ora) Analisi energetica del circuito RL. (VII.6 + E.VII.12, E.VII.13). Energia nell'induttanza. Energia del campo magnetico (da esempio in solenoide:VII.6). Correnti parassite.  
(1 ora) Esercitazioni. Problema su spira in moto uniforme in campo B da filo infinito percorso da corrente.

- 1 giugno** (1 ora) Mutua induzione tra circuiti. Energia magnetica in un sistema di circuiti accoppiati percorsi da correnti. Energia magnetica e forze su circuiti.  
(1 ora) Esercitazioni. Continuazione problema precedente. Forza tra le espansioni polari di un elettromagnete. Problema con asticella connessa a un condensatore e resistenza ruotante in campo B costante
- 4 giugno** (1 ora) Densità di corrente di spostamento.. IV equazione di Maxwell. Equazioni di Maxwell dipendenti dal tempo.  
(1 ora) Esercitazione Varsano
- 5 giugno** (1 ora) Equazioni di Maxwell: considerazioni generali. Densità di corrente di polarizzazione. Equazione delle onde elettromagnetiche.  
(1 ora) Esercitazione Varsano
- 7 giugno** (2 ore) Verifica della soluzione generale, velocità dell'onda e.m. e indice di rifrazione. Onde sinusoidali, velocità di fase. / Onda e. m. piana. Relazioni tra i campi. Impedenza caratteristica.
- 8 giugno** (2 ore) Onda piana con direzione qualsiasi. Onda monocromatica. Onde e.m. stazionarie. / Vettore di Poynting. Conservazione dell'energia. Esempi di vettore di Poynting: scarica del condensatore, energia entrante in resistore.
- 11 giugno** (2 ore) Potenziali elettrodinamici. Trasformazioni di gauge. Gauge di Lorentz e di Coulomb. Potenziali ritardati. / Vettore di Poynting in un'onda piana. In onda monocromatica. Onde e.m. sferiche. Poynting in scarica condensatore.
- 12 giugno** (2 ore) Quantità di moto dell'onda e.m. . / Tensore degli sforzi di Maxwell. Momento angolare del campo e.m.. Vettore di Poynting in variazione di corrente in un solenoide.
- 14 giugno** (2 ore) Covarianza relativistica dell'elettromagnetismo. Quadridensità di corrente. Quadripotenziale. Equazione di continuità. Tensore elettromagnetico. Trasformazione dei campi E e B come componenti del tensore elettromagnetico.
- 15 giugno** (2 ore) Equazioni di Maxwell in forma covariante. Equazione dei potenziali. Trasformazioni di gauge. / Irraggiamento da un dipolo oscillante.