

Argomenti delle lezioni del corso di Elettromagnetismo 2014-15

- 2 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.
- 3 marzo** (2 ore) Elettroscopio. Legge di conservazione della carica elettrica. Forza di Coulomb. Unità di misura. Campo elettrico, linee di forza del campo elettrico, rappresentazione di Faraday. Campo elettrico di un sistema di cariche puntiformi. Principio di sovrapposizione.
- 5 marzo** (1 ore) Campo da distribuzioni di carica di volume, di superficie e lineare. Flusso di un vettore. Teorema di Gauss. Commenti sul teorema.
(1 ora) **Esercitazione:** calcolo del campo elettrico da due cariche uguali di segno opposto, campo elettrico da un filo carico (calcolo diretto e con teorema di Gauss). Campo elettrico sull'asse di un anello carico.
- 6 marzo** (1 ora) **Esercitazione:** calcolo del campo elettrico da due cariche uguali di segno opposto, campo elettrico da un filo carico (calcolo diretto e con teorema di Gauss).
(1 ora) Teorema della divergenza. Operatore Nabla. Prima equazione di Maxwell. Commenti sulla prima equazione di Maxwell. Campo di un filo carico usando teorema di Gauss.
- 9 marzo** (2 ore) Potenziale elettrico. Operatore gradiente. / Osservazioni sul gradiente. Coordinate sferiche, gradiente in coordinate sferiche.
- 10 marzo** (2 ore) **Esercitazioni:** Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 12 marzo** (2 ore) **Esercitazioni:** Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 13 marzo** (2 ore) Dipolo elettrico. Potenziale del dipolo elettrico. Potenziale e campo in coordinate sferiche e cartesiane. / Azioni meccaniche su un dipolo posto in campo elettrico: forza risultante, momento, energia potenziale.
- 16 marzo** (2 ore) Azioni meccaniche su un dipolo posto in campo elettrico: derivazione anche da variazione di energia potenziale. Sviluppo in serie di multipoli. / Proprietà del momento di dipolo elettrico. Esempio di dipoli elettrici di molecole. Tensore quadrupolo elettrico. Dipolo elettrico di una sbarretta con carica opposta uniforme sulle due metà.
- 17 marzo** (2 ore) Campo elettrico conservativo. Operatore rotore. Rotore del campo elettrico e commenti. / 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.
- 19 marzo** (2 ore) Teorema di Coulomb, contributi al campo da zona vicina e dal resto del conduttore (vedi M-S Cap. II,5 pag. 102). / Casi di distribuzioni di cariche su conduttori. Schermo elettrostatico. Conduttore formato da due sfere connesse elettricamente, proprietà delle punte.

- 20 marzo** **Lezione non tenuta.**
- 23 marzo** **Lezione tenuta dal prof. Piacentini.**
(1 ora) Capacità di un conduttore. Matrice dei potenziali e di capacità. Capacità di un condensatore elettrostatico. Capacità di condensatori in serie e in parallelo. /
(1 ora) Esercitazione: Calcolo dei coefficienti di potenziale per un sistema di conduttore sferico circondato da strato conduttore. Capacità di condensatori piano, sferico, cilindrico. **(Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini).**
- 24 marzo** **(2 ore) Esercitazioni:** Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 26 marzo** **(2 ore)** Energia elettrostatica di un sistema di cariche puntiformi. Per un sistema di cariche generale. / Energia elettrostatica del campo elettrico. Energia elettrostatica del condensatore.
- 27 marzo** **(1 ora)** Forza elettrostatica su conduttori. Pressione del campo elettrostatico. Forza a carica costante e a potenziale costante. **Vedi appunti su pagina del corso.**
(1 ora) Esercitazioni: Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 30 marzo** **(2 ore)** Equazione di Poisson, Problema generale dell'elettrostatica. Problema di Dirichlet e di Neumann. / Metodo delle cariche immagine. Esempio della carica puntiforme davanti a un piano conduttore
- 30 marzo** **(2 ore - pomeriggio)** Esercitazioni: caso di conduttori sferici concentrici: riduzione a un sistema di condensatori, potenziali, energia elettrostatica, forza elettrostatica su una delle superfici sferiche; problema con dipolo elementare nel campo di una carica puntiforme; momento di dipolo di un anello con carica opposta sui due semianelli, Campo in un punto sull'asse dell'anello in approssimazione di dipolo.
- 31 marzo** **(1 ora)** Caratteri generali dei dielettrici. Polarizzazione per deformazione. Semplice modello atomico.
(1 ora) Esercitazioni: Carica immagine in sfera conduttrice e carica puntiforme.
- 9 aprile** **(2 ore)** Polarizzazione per orientamento. Funzione di Langevin. / Vettore intensità di polarizzazione. Carica di polarizzazione di superficie e di volume e relazioni con intensità di polarizzazione.
- 10 aprile** **(1 ora)** Ricordo del prof. Giorgio Salvini, docente e fisico sperimentale. La nascita in Italia della fisica delle alte energie nel secondo dopoguerra.
(1 ora) Esercitazioni: Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 10 aprile** **(ore 15-17)** Dimostrazione in aula Amaldi di alcune esperienze di elettrostatica.
- 13 aprile** **(2 ore)** Campo locale. Polarizzazione in un gas, in un mezzo denso (formula di Clausius-Mariotti). Vettore spostamento elettrico. Equazione dei campi in un dielettrico. Problema dell'elettrostatica in un dielettrico perfetto. / Relazioni di raccordo dei campi E e D alla superficie di separazione tra due dielettrici. Legge di rifrazione delle linee di forza dei campi E e D. Problema dell'elettrostatica in presenza di più dielettrici.

- 14 aprile** (2 ore) Esercitazioni. (prof. Lamagna)
- 14 aprile** (2 ore) **Pomeriggio**, Esercizi a richiesta degli studenti.
- 16 aprile** (1 ora) Energia elettrostatica in presenza di dielettrici. Generatore di Van der Graaf. Dielettrici tra lastre di un condensatore piano, rigidità dielettrica.
(1 ora) **Esercitazioni:** Problemi vari: campo interno a doppio strato con dielettrico e cariche di polarizzazione. Forza di risucchio di un dielettrico all'interno di un condensatore piano.
- 17 aprile** (1 ora) Conduttori, gas di elettroni, velocità termica. Cella voltaica. Corrente elettrica. Potenza trasferita alla corrente. / Modello semplice del moto degli elettroni e velocità di deriva. / (1 ora) **Esercitazioni:** Formula di Lorentz per campo elettrico locale in dielettrico denso polarizzato. Esempio di un dielettrico con polarizzazione non uniforme in un condensatore piano: cariche di polarizzazione di superficie e di volume.
- 20 aprile** (2 ore) Densità di corrente elettrica. Osservazioni su corrente e densità di corrente. Equazione di continuità della corrente. / Regime stazionario, prima legge di Kirchhoff. Seconda legge di Kirchhoff. Regime quasi stazionario.
- 21 aprile** (2 ore) **Lezione** (prof. F.Piacentini) Legge di Ohm e resistenza elettrica. Seconda legge di Ohm, conducibilità elettrica. Forma locale della legge di Ohm. Effetto Joule, forma locale dell'effetto Joule. / Resistenza di un conduttore ohmico esteso: esempio del condensatore cilindrico con dielettrico resistivo. CR in un conduttore con dielettrico resistivo. Carica e scarica di un condensatore.
- 23 aprile** (2 ore) Generatori elettrici. Campo elettromotore, forza elettromotrice. Circuito equivalente del generatore. / Campo magnetico, alcune osservazioni sperimentali. Forza di Lorentz.
- 24 aprile** (1 ora) 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. / (1 ora) **Lezione:** Esempi di forza di Lorentz: vedi su pagina prof. F.Piacentini.
- 27 aprile** (1 ora) Prima formula di Laplace, formula fondamentale della magnetostatica nel vuoto. Campo magnetico da un filo rettilineo infinito percorso da corrente. Linee di forza del campo B. IIa equazione di Maxwell. / (1 ora) **Lezione:** Esempi di forza di Lorentz: vedi su pagina prof. F.Piacentini.
- 28 aprile** (2 ore) Teorema della circuitazione di Ampère, IV equazione di Maxwell stazionaria. / Potenziale magnetico scalare, seconda parte del teorema di equivalenza di Ampère.
- 30 aprile** (2 ore) **Esercitazioni:** Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 4 Maggio** (2 ore) Potenziale magnetico vettore, trasformazione di gauge, equazione per il potenziale vettore. / Potenziale magnetico vettore da una piccola spira. Passaggio della corrente nei gas: ionizzazione, legge di Paschen.

- 5 Maggio** (2 ore) Forza tra due circuiti percorsi da corrente. Forza tra due fili paralleli percorsi da corrente. Definizione unità misura Ampere. / Effetto Hall. Passaggio corrente nei gas. Scarica oscura, alla Townsend, a bagliore, arco.
- 7 Maggio** (2 ore) Introduzione magnetismo nella materia. Modello classico dell'atomo di idrogeno. Momento magnetico orbitale e di spin. Rapporto giromagnetico. / Intensità di magnetizzazione. Correnti amperiane di volume e di superficie.
- 8 Maggio** (1 ora) Correnti amperiane di volume e di superficie: relazioni con intensità di magnetizzazione. Equazioni del campo magnetico nella materia. Campo magnetico H. Equazioni della magnetostatica. Teorema della circuitazione per il campo H. / (1 ora) **Esercitazioni:** Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 11 Maggio** (1 ora) Equazioni della magnetostatica, relazione di raccordo per H e B alla superficie di separazione di due mezzi diversi, legge di rifrazione. Proprietà macroscopiche di sostanze diamagnetiche, paramagnetiche (legge di Curie) / (1 ora) **Esercitazioni:** Campo e correnti amperiane in un cilindro di materiale all'interno di un solenoide. Conduttore cilindrico rivestito da una guaina di materiale magnetico e poi da un mezzo magnetico diverso dal primo: campi H, B, M, densità di correnti amperiane di superficie e di volume.
- 12 Maggio** (1 ora) Proprietà macroscopiche di sostanze ferromagnetiche (ciclo di isteresi, legge di Curie-Weiss). / (1 ora) **Esercitazioni:** Continuazione problema lezione precedente
- 14 Maggio** (1 ora) Campo magnetico locale. Domini di Weiss. Precessione di Larmor. Magnetizzazione per orientamento, funzione di Langevin. Interpretazione proprietà microscopiche diamagnetismo e paramagnetismo. / (1 ora) **Esercitazioni:** Momento magnetico di una sfera carica ruotante.
- 14 Maggio** (2 ore) Esercizi suggeriti da studenti.
- 15 Maggio** (2 ore) Interpretazione proprietà microscopiche ferromagnetismo. Ciclo di isteresi. Legge di Curie-Weiss / Circuiti magnetici. Legge di Hopkinson.
- 18 Maggio** (2 ore) Trasformazioni di Lorentz tra sistemi inerziali per densità di carica e di corrente. (vedi appunti). Caso di particella in moto nel campo B da filo percorso da corrente. / Equazioni del moto nei due sistemi di riferimento. Trasformazioni dei campi B e E. (vedi appunti). Elettromagnete.
- 19 Maggio** (1 ora) Legge di Faraday-Neumann, osservazioni sperimentali. Legge di Lenz. / (1 ora) **Esercitazioni:** Magnete permanente + Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 21 Maggio** (1 ora) Circuito deformato in campo magnetico costante e f.e.m. indotta. Moto di un circuito in un campo B costante e f.e.m. indotta, flusso tagliato. / (1 ora) **Esercitazioni:** Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 22 Maggio** (2 ore) Caso di f.e.m. indotta nel caso di moto relativo di due circuiti. / f.e.m. in caso di circuito in moto in campo magnetico B variabile. III equazione di Maxwell.

- 22 Maggio** (ore 16-18) Dimostrazione in aula Amaldi di alcune esperienze di elettromagnetismo.
- 25 Maggio** (2 ore) Autoinduzione, coefficiente di autoinduzione. Circuito RL(VII.4). / Analisi energetica del circuito RL (VII.6 + E.VII.12, E.VII.13).
- 26 Maggio** (2 ore) Mutua induzione. Legge di Felici (VII.4). Energia magnetica e densità di energia magnetica (da esempio in solenoide VII.6). Energia nel ciclo di isteresi. / Energia magnetica in un sistema di circuiti accoppiati percorsi da correnti. Energia magnetica e forza da campo magnetico.
- 28 Maggio** (2 ore) Corrente di spostamento. IV equazione di Maxwell. Equazioni di Maxwell dipendenti dal tempo. / Osservazioni sulle equazioni di Maxwell. Corrente di polarizzazione.
- 29 Maggio** (2 ore) **Esercitazioni:** Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 1 Giugno** (2 ore) Equazione delle onde e.m., velocità della luce, soluzione delle onde e.m., fronte d'onda, velocità di fase. / Onda e.m. piana (equazioni scalari).
- 4 Giugno** (2 ore) Onde e.m. piane: relazioni tra i campi E e B e con direzione moto. Impedenza caratteristica. / Energia elettrica e magnetica nell'onda. Onda con direzione generica. Onda e.m. monocromatica. Onde e.m. stazionarie.
- 5 Giugno** (1 ora) Vettore di Poynting. Caso dell'onda piana, significato del vettore di Poynting. / (1 ora) **Esercitazioni:** Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 8 Giugno** (2 ore) Potenziali elettrodinamici. Trasformazioni di gauge. Gauge di Lorentz e di Coulomb. Potenziali ritardati. / Onda e.m. sferica. Energia e quantità di moto trasferite dall'onda e.m.. Pressione della radiazione.
- 9 Giugno** (1 ora) Irraggiamento da un dipolo elettrico oscillante. / (1 ora) **Esercitazioni:** Vedi argomenti su pagina prof. F.Piacentini.
- 9 Giugno** (2 ore) **Esercizi.** Circuito con sbarra ruotante in campo magnetico. Vettore di Poynting e scarica del condensatore. Potenza dissipata in un resistore e flusso del vettore di Poynting.
- 11 giugno** (1 ora) **Esercizio.** Intensità della radiazione, potenza assorbita, pressione di radiazione. / (1 ora) Covarianza relativistica dell'elettromagnetismo. Quadridensità di corrente. Quadripotenziale.
- 12 giugno** (2 ore) Equazione di continuità. Tensore elettromagnetico. Trasformazione dei campi E e B come componenti del tensore elettromagnetico. / Equazioni di Maxwell in forma covariante. Equazione dei potenziali. Trasformazione di gauge. Fase, 4-forza su una particella carica.