

Argomenti delle lezioni del corso di Elettromagnetismo 2010-11

14 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.

15 marzo (1 ora) Elettroscopio a foglie. 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.

18 marzo (1 ora) Teorema di Gauss.

(1 ora) Esercitazione: campo elettrico da un filo carico (calcolo diretto e da teorema di Gauss), campo elettrico sull'asse di un anello carico.

21 marzo (1 ora) Teorema della divergenza. Prima equazione di Maxwell. Commenti su teorema di Gauss e su prima equazione Maxwell.

(1 ora) Esercitazione

22 marzo (2 ore) Potenziale elettrico per una carica puntiforme, operatore gradiente e $\nabla \cdot$. Osservazioni sull'operatore gradiente, gradiente in coordinate sferiche. Superfici equipotenziali. Esercizio su limite uguaglianza cariche elettrone-protone.

24 marzo (1 ora) Potenziale nel caso di distribuzione di cariche estesa all'infinito. Caso del piano carico. Dipolo elettrico. Potenziale da un dipolo elettrico.

(1 ora) Esercitazione

25 marzo (2 ore) Campo elettrico da un dipolo in coordinate sferiche e cartesiane. Forza e momento agenti su un dipolo in un campo elettrico, energia potenziale del dipolo elettrico. / Derivazione da principio lavori virtuali. Potenziale e campo elettrico sull'asse di un anello carico.

28 marzo (1 ora) Sviluppo in serie di multipolo per il potenziale di un sistema di cariche.

(Si veda questo argomento su Amaldi, Bizzarri, Pizzella: paragrafi 3.17 e 3.18)

(1 ora) Esercitazione .

29 marzo (1 ora) Campi conservativi, operatore rotore. Proprietà dei conduttori. Elettrostatica.

(1 ora) Esercitazione: momento di dipolo di un anello carico per metà positivo e per metà negativo. Campo elettrico a grande distanza sul suo asse nell'approssimazione di dipolo e col calcolo esatto.

31 marzo (1 ora) Campo elettrico alla superficie di separazione di due mezzi. Lavoro di estrazione per elettroni in un metallo. Teorema di Coulomb, contributi al campo elettrico.

(1 ora) Esercitazione: momento meccanico su un anello carico (dipolo) sull'asse di un anello simile (dipolo). Forza tra i due anelli.

1 aprile (1 ora) Teorema di Coulomb, contributi al campo elettrico. Applicazioni del teorema di Gauss al caso di conduttori carichi: distribuzioni di cariche e di campi. Schermo elettrostatico. Capacità di un conduttore. Coefficienti di induzione e di potenziale in un sistema di conduttori.

(1 ora) Esercitazione: momento di dipolo di uno strato sferico carico. Momento di dipolo di una sfera carica con densità variabile radialmente e angolarmente.

4 aprile (1 ora) Condensatore elettrostatico. Capacità di condensatore sferico, cilindrico, piano.

(1 ora) Sfera cava con all'interno un conduttore sferico carico. Potenziale e campo elettrico in funzione del raggio. Potenziale come sovrapposizione dei potenziali di tre strati di carica. Coefficienti di potenziale.

5 aprile (1 ora) Energia elettrostatica di un sistema di cariche. Energia di interazione e di formazione, densità di energia del campo elettrostatico.

(1 ora) Esercitazione.

7 aprile (1 ora) Serie e parallelo di condensatori. Calcolo dell'energia elettrostatica di un condensatore con diverse procedure. Caso di due sfere cariche di diverso raggio collegate e proprietà disperdente delle punte. Integrale dell'energia elettrostatica per una superficie carica.

(1 ora) Esercitazione: Energia elettrostatica di una sfera uniformemente carica. Raggio classico dell'elettrone.

8 aprile (1 ora) Pressione elettrostatica alla superficie di un conduttore da espressione campo elettrico e da principio lavori virtuali. Forza tra armature di un condensatore a carica costante, a voltaggio costante.

(1 ora) Esercitazione.

11 aprile (2 ore) Equazione di Poisson ed unicità della soluzione. Problemi di Dirichlet e di Neumann. / Metodo delle cariche immagine per la soluzione di problemi di elettrostatica in presenza di conduttori. Caso del piano carico.

12 aprile (1 ora) Capacità di un condensatore in presenza di dielettrici. Costante dielettrica relativa ed assoluta. Campi in dielettrici. Polarizzazione per deformazione, semplice esempio di atomo sferico.

(1 ora) Metodo della carica immagine: sfera conduttrice in presenza di carica puntiforme

14 aprile (1 ora) Polarizzazione per orientamento. Funzione di Langevin (calcolo completo).
(1 ora) Esercitazioni

15 aprile (2 ore) Vettore intensità di polarizzazione. Relazione tra le cariche di polarizzazione di superficie e di volume e l'intensità di polarizzazione. / Polarizzazione in aeriformi e in mezzi densi. Suscettività dielettrica, formula di Clausius-Mossotti.

18 aprile (2 ore) Vettore spostamento elettrico. Equazioni dell'elettrostatica in presenza di dielettrici. Caso di un solo dielettrico. Elettrostatica in presenza di più dielettrici. / Relazione di raccordo dei campi alla superficie di separazione. Legge di rifrazione delle linee di campo di E e D. Misura di E e D in dielettrici.

19 aprile (1 ora) Energia elettrostatica in presenza di dielettrici. Esempio di sfera carica in dielettrico uniforme. Condensatore piano con due dielettrici.

(1 ora) Esercitazioni

28 aprile (1 ora) Conduttori, corrente elettrica. Modello di moto di elettroni in conduttore metallico, velocità termica. Potenza trasferita in un conduttore. Velocità di deriva.

(1 ora) Condensatore piano con due dielettrici. Rigidità dielettrica. Generatore di Van der Graaf.

29 aprile (2 ore) Velocità di deriva. Densità di corrente. Legge di conservazione della carica, equazione di continuità.

(1 ora) Esercitazioni

2 maggio (1 ora) Prima legge di Kirchhoff. Seconda legge di Kirchhoff. Leggi di Ohm, forma locale. Effetto Joule. Potenza trasferita localmente in un conduttore.

(1 ora) Esercitazioni

3 maggio (1 ora) Generatori. Campo elettromotore, forza elettromotrice. Circuito equivalente del generatore. Condensatore di forma qualsiasi e costante CR. Resistenza di strato cilindrico.

(1 ora) Esercitazioni: Correzione esercizi del compito di esonero.

5 maggio (1 ora) Introduzione al magnetismo. Seconda formula di Laplace. Forza di Lorentz. Esempi di forza di Lorentz: moto di una carica in un campo B uniforme. Carica e scarica di un condensatore.

(1 ora) Esercitazioni: Correzione esercizi del compito di esonero.

6 maggio (1 ora) Conduzione elettrica nei gas, legge di Paschen .

(1 ora) Esercizio con carica e scarica tra due condensatori.

9 maggio (2 ore) Esempi di forza di Lorentz: sincrotrone, bottiglia magnetica, selettore di velocità e spettrometro di massa, ciclotrone. / 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.

10 maggio (1 ora) Prima formula di Laplace, formula fondamentale della magnetostatica nel vuoto. Campo magnetico da un filo rettilineo infinito percorso da corrente.

(1 ora) Esercitazioni: campo magnetico sull'asse di una spira percorsa da corrente, campo da un nastro percorso da corrente. Momento magnetico di un disco e di una spira. Carica di un condensatore con dielettrico resistivo.

12 maggio (2 ore) Linee di forza e flusso del vettore B . II equazione di Maxwell. / Teorema della circuitazione di Ampere. IV equazione di Maxwell stazionaria. (si veda Amaldi-Bizzarri-Pizzella Cap. 6.12). Campo magnetico da un filo di data sezione.

13 maggio (1 ora) Potenziale magnetico scalare. Seconda parte del teorema di equivalenza di Ampère.

(1 ora) Campo B in un solenoide: calcolo diretto e dal teorema della circuitazione. Campo da due fili paralleli percorsi da corrente.

16 maggio (2 ore) Potenziale magnetico vettore. Trasformazione di gauge. Proprietà del potenziale magnetico vettore. / Potenziale vettore da una piccola spira. Effetto Hall.

17 maggio (1 ora) Forze tra circuiti percorsi da corrente. Caso di due fili infiniti e paralleli. Definizione dell'unità di misura Ampère.

(1 ora) Esercizio con spira nel campo di due fili infiniti percorsi da corrente (problema 22-3-2003 vedi anno 2004-05). Corona carica ruotante e momento torcente applicato dal suo campo B su un ago magnetico (problema 16-5-2008).

19 maggio (2 ore) Esercitazioni

20 maggio **(1 ora)** Introduzione campo magnetico nella materia. Modello atomico e momento magnetico atomico. Magnetone di Bohr.
(1 ora) Esercitazioni

23 maggio **(1 ora)** 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)
(1 ora) Esercitazioni

24 maggio **(2 ore)** Vettore campo magnetico. Equazioni fondamentali della magnetostatica in presenza di materia. Condizioni sui campi H e B alla superficie di separazione di due materiali diversi. Legge di rifrazione delle linee di forza di H e B. / Suscettività magnetica. Proprietà macroscopiche di sostanze diamagnetiche, paramagnetiche.

26 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

27 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. Circuiti magnetici. Legge di Hopkinson.

30 maggio **(2 ore)** Elettromagnete. Magnete permanente / 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.

31 maggio **(1 ora)** Legge di Faraday-Neumann, osservazioni sperimentali. Legge di Lenz. Caso semplice di flusso tagliato.

(1 ora) Esercitazioni Esercizio su magnetismo nella materia. Campi e correnti amperiane nel caso di filo percorso da corrente e rivestito da guaine di materiali ferromagnetici.

3 giugno **(1 ora)** Flusso tagliato. Caso generale di circuito in moto in un campo B costante. Caso di sorgente di B in movimento e interpretazione in termini di trasformazione dei campi tra sistemi di riferimento.

(1 ora) Esercitazioni

6 giugno **(1 ora)** Caso generale di circuito in movimento in un campo B variabile. III equazione di Maxwell.

(1 ora) Esercitazioni: esercizio n. 2 del compito di esonero

7 giugno **(2 ore)** Fenomeno dell'autoinduzione, coefficiente di autoinduzione. Circuito RL, carica e scarica del circuito (VII.4). Legge di Felici (VII.4). / 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.

9 giugno (1 ora) Energia magnetica in un sistema di circuiti accoppiati percorsi da correnti. Energia magnetica e forze su circuiti.

(1 ora) Esercitazioni. Problema n. 3 del 3-7-2008. Problema su sbarretta che chiude un circuito e che cade in campo B costante.

10 giugno (1 ora) Densità di corrente di spostamento.. IV equazione di Maxwell. Equazioni di Maxwell dipendenti dal tempo.

(1 ora) Esercitazioni. Problema con sistema ruotante posto in campo B connesso a un condensatore carico e a resistenza in serie: corrente nel circuito e velocità angolare in funzione del tempo.

14 giugno (1 ora) Equazioni di Maxwell: considerazioni generali. Densità di corrente di polarizzazione.

(1 ora) Esercitazioni. Forza su ancora in un elettromagnete a U. Forze tra due solenoidi coassiali compenetrati.

16 giugno (1 ora) Equazioni delle onde elettromagnetiche. Verifica della soluzione generale e velocità dell'onda e.m. e indice di rifrazione. Onde sinusoidali. Velocità di fase.

(1 ora) Esercitazioni.

17 giugno (2 ore) Onde e.m. piane. Caratteristiche delle onde e.m. . Impedenza caratteristica. Onda piana in una direzione qualsiasi. Vettore d'onda. Energia elettrica e magnetica in un'onda e.m. / Onda monocromatica. Onde e.m. stazionarie.

20 giugno (1 ora) Onde e.m. sferiche. Vettore di Poynting, conservazione dell'energia col campo e.m..

(1 ora) Esercitazioni. Vettore di Poynting nella scarica di un condensatore.

21 giugno (2 ore) Energia e quantità di moto cedute da un'onda e.m.; energia e quantità di moto trasportate da un'onda, pressione di radiazione. / Potenziali elettrodinamici, gauge di Lorentz, equazioni dei potenziali elettromagnetici, potenziali ritardati.

23 giugno (1 ora) Pressione di radiazione. Emissione di radiazione da dipolo elettrico oscillante.

(1 ora) Esercitazioni. Commenti su potenziali elettrodinamici, Gauge di Coulomb. Esercizio su onde e.m. . Vettore di Poynting ed effetto Joule in un resistore.

24 giugno (2 ore) Covarianza delle equazioni dell'elettromagnetismo.

27 giugno (2 ore) Fine lezione covarianza delle equazioni dell'elettromagnetismo. Generalità su onde e.m. . Argomenti facoltativi: Onde e.m. in conduttori, formula dell'energia magnetica: derivazione generale.