

# LA FISICA 2 DI BERKELEY

## ELETTRICITÀ E MAGNETISMO

Per la presentazione di questo corso  
la Educational Service Incorporated è stata sostenuta  
dalla National Science Foundation.

**EDWARD M. PURCELL,**

professore di fisica presso l'Università di Harvard

3880932  
LA FISICA DI  
BERKELEY VOL. 2  
ELETTRICITÀ E  
MAGNETISMO  
PARTE I - 2ª EDIZIONE  
ZANICHELLI



**ZANICHELLI**  
**BOLOGNA**

# INDICE

IX	PREFAZIONE A «LA FISICA DI BERKELEY»
XI	PREFAZIONE AL VOLUME ELETTRICITÀ E MAGNETISMO
XIII	PER L'INSEGNANTE
XVIII	UNITÀ

## I

### 1 ELETTROSTATICA: CARICHE E CAMPI

1	1.1 La carica elettrica
3	1.2 Conservazione della carica
5	1.3 Quantizzazione della carica
6	1.4 La legge di Coulomb
11	1.5 Energia di un sistema di cariche
15	1.6 Energia elettrica in un reticolo cristallino
18	1.7 Il campo elettrico
23	1.8 Distribuzioni di cariche
24	1.9 Il flusso
26	1.10 La legge di Gauss
30	1.11 Campo prodotto da una distribuzione sferica di cariche
33	1.12 Campo di una distribuzione lineare di cariche
35	1.13 Campo di una distribuzione di cariche piane e infinitamente estesa
36	Problemi

## 2

### 41 IL POTENZIALE ELETTRICO

41	2.1 Integrale di linea del campo elettrico
44	2.2 Differenza di potenziale e funzione potenziale
45	2.3 Gradiente di una funzione scalare
48	2.4 Derivazione del campo del potenziale
48	2.5 Potenziale di una distribuzione di cariche
51	2.6 Disco uniformemente carico
57	2.7 La forza agente su una carica di superficie
62	2.8 Energia associata al campo elettrico
65	2.9 Divergenza di una funzione vettoriale
68	2.10 Teorema di Gauss e la forma differenziale della legge di Gauss
69	2.11 La divergenza in coordinate cartesiane
74	2.12 Il laplaciano
76	2.13 Equazioni di Laplace
77	2.14 Distinzioni tra fisica e matematica

79	2.15 Il rotore di una funzione vettoriale
82	2.16 Teorema di Stokes
83	2.17 Il rotore in coordinate cartesiane
87	2.18 Il significato fisico del rotore
94	Problemi

### 3

## 97 CAMPI ELETTRICI ATTORNO AI CONDUTTORI

97	3.1 Conduttori e isolanti
99	3.2 Conduttori in un campo elettrostatico
106	3.3 Il problema generale dell'elettrostatica: il teorema di unicità
109	3.4 Alcuni semplici sistemi di conduttori
114	3.5 Capacitori e capacità
119	3.6 Potenziali e cariche nel caso di più conduttori
122	3.7 Energia immagazzinata in un condensatore
123	3.8 Altri punti di vista sul problema delle condizioni al contorno
126	Problemi

### 4

## 130 CORRENTI ELETTRICHE

130	4.1 Trasporto di cariche e densità di corrente
133	4.2 Correnti stazionarie
135	4.3 Conducibilità elettrica e legge di Ohm
138	4.4 Un modello per la conduzione elettrica
145	4.5 Dove non è più valida la legge di Ohm
146	4.6 La conducibilità elettrica nei metalli
148	4.7 Resistenza dei conduttori
151	4.8 Circuiti e elementi di circuito
157	4.9 Dissipazione di energia al fluire della corrente
158	4.10 Forza elettromotrice e pila voltaica
164	4.11 Correnti variabili nei condensatori e nei resistori
167	Problemi

### 5

## 172 I CAMPI GENERATI DA CARICHE IN MOVIMENTO

172	5.1 Da Oersted a Einstein
173	5.2 Forze magnetiche
177	5.3 Misura di una carica in movimento
180	5.4 Invarianza della carica
183	5.5 Misura del campo elettrico in sistemi di riferimento diversi
188	5.6 Campo generato da una carica puntiforme che si muove con velocità costante
193	5.7 Campo di una carica che si mette in movimento o si arresta
198	5.8 Forza agente su una carica in movimento
203	5.9 Interazione tra una carica in movimento e altre cariche in movimento
211	Problemi

	6	
215		<b>IL CAMPO MAGNETICO</b>
215	6.1	Definizione del campo magnetico
223	6.2	Alcune proprietà del campo magnetico
230	6.3	Potenziale vettore
234	6.4	Campo di un filo qualsiasi percorso da corrente
238	6.5	Campi di spire e bobine
243	6.6	Discontinuità di $\mathbf{B}$ attraverso uno strato di corrente
247	6.7	Come si trasformano i campi
254	6.8	Esperienza di Rowland
255	6.9	Conduzione elettrica in un campo magnetico; l'effetto Hall
259		Problemi
	7	
262		<b>INDUZIONE ELETTROMAGNETICA ED EQUAZIONI DI MAXWELL</b>
262	7.1	La scoperta di Faraday
265	7.2	Una sbarra conduttrice si muove attraverso un campo magnetico uniforme
268	7.3	Un circuito si muove attraverso un campo magnetico non uniforme
279	7.4	Un circuito è fermo e la sorgente del campo è in moto
281	7.5	Una legge generale di induzione
286	7.6	Induttanza mutua
289	7.7	Un teorema di «reciprocità»
292	7.8	Auto-induzione
294	7.9	Un circuito con auto-induttanza
297	7.10	Energia immagazzinata nel campo magnetico
299	7.11	«Manca qualcosa»
303	7.12	La corrente di spostamento
306	7.13	Equazioni di Maxwell
313		Problemi
	8	
317		<b>CIRCUITI A CORRENTE ALTERNATA</b>
317	8.1	Un circuito risonante
323	8.2	Corrente alternata
331	8.3	Reti a corrente alternata
334	8.4	Ammettenza e impedenza
338	8.5	Potenza ed energia nei circuiti a corrente alternata
342		Problemi
	9	
344		<b>CAMPI ELETTRICI NELLA MATERIA</b>
	9.1	I dielettrici
347	9.2	I momenti di una distribuzione di cariche
352	9.3	Potenziale e campo di un dipolo
354	9.4	Momento torcente e forza agenti su un dipolo posto in un campo esterno
358	9.5	Dipoli atomici e molecolari; momenti di dipolo indotti
363	9.6	Il tensore polarizzabilità

366	9.7 Momenti di dipolo permanenti
368	9.8 Il campo elettrico prodotto dalla materia polarizzata
375	9.9 Capacitore riempito di dielettrico
379	9.10 Il campo di una sfera polarizzata
383	9.11 Sfera di materiale dielettrico posta in un campo uniforme
386	9.12 Il campo prodotto da una carica posta in un mezzo dielettrico, e la legge di Gauss
389	9.13 Relazione tra suscettibilità elettrica e polarizzabilità atomica
395	9.14 Variazioni di energia nella polarizzazione
396	9.15 Dielettrici formati da molecole polari
398	9.16 Polarizzazione nei campi variabili
399	9.17 Corrente dovuta a cariche legate
404	Problemi

## 10

### 408 CAMPI MAGNETICI NELLA MATERIA

408	10.1 Come le diverse sostanze sono sensibili a un campo magnetico
414	10.2 La mancanza di «carica» magnetica
417	10.3 Il campo prodotto da una spira chiusa
424	10.4 La forza che agisce su un dipolo posto in un campo esterno
427	10.5 Correnti elettriche negli atomi
436	10.6 Momento angolare intrinseco e momento magnetico dell'elettrone
439	10.7 Suscettibilità magnetica
441	10.8 Il campo magnetico generato da materia magnetizzata
448	10.9 Il campo prodotto da un magnete permanente
452	10.10 Correnti libere e il campo $H$
456	10.11 Ferromagnetismo
463	Problemi

## 11

### 468 PROBLEMI E DOMANDE SUPPLEMENTARI

468	Capitolo 1
471	Capitolo 2
474	Capitolo 3
482	Capitolo 4
487	Capitolo 5
488	Capitolo 6
493	Capitolo 7
497	Capitolo 8
498	Capitolo 9
502	Capitolo 10

## VIII

508	Appendice: nota sul sistema MKS di unità elettriche
-----	---

## 511 INDICE ANALITICO

### TABELLE DI VALORI, UNITÀ E FATTORI DI CONVERSIONE