

JAMES P. HURLEY
CLAUDE GARROD

PRINCIPI DI
FISICA

ZANICHELLI

Indice

VIII	Prefazione	76	5	Conservazione dell'energia
IX	Nota per il docente	78	5.1	Principio del lavoro dell'energia cinetica
1	Gli strumenti della fisica	80	5.2	Come calcolare il lavoro
2	1.1 Descrizione matematica delle grandezze fisiche: sistemi di coordinate	82	5.3	Applicazioni del principio del lavoro e dell'energia cinetica
5	1.2 Descrizione matematica di grandezze fisiche: vettori	83	5.4	La dipendenza del lavoro dal percorso
12	Sommario	85	5.5	Forze conservative e non conservative
13	Problemi	86	5.6	Energia potenziale
15	2 Cinematica	90	5.7	Principio del lavoro e dell'energia
15	2.1 La velocità	92	5.8	Alcune forze conservative e le energie potenziali ad esse associate
17	2.2 L'accelerazione	98	*5.9	Come ricavare la forza dall'energia potenziale
21	*2.3 La cinematica del moto uniformemente accelerato dedotta con l'impiego del calcolo	100	5.10	Il significato fisico dell'energia cinetica e dell'energia potenziale
22	2.4 Moto in due dimensioni	103	5.11	Il principio della minima energia potenziale
27	2.5 Moto in due dimensioni in coordinate rettangolari e moto di un proiettile	104	5.12	Potenza
30	2.6 Cinematica della rotazione in un piano	105		Sommario
33	2.7 Moto relativo	106		Problemi
35	Sommario			
36	Problemi			
39	3 Dinamica	109	6	La conservazione dell'energia in un sistema costituito da più particelle
39	3.1 Massa e quantità di moto	110	6.1	Conservazione dell'energia e metabolismo
42	3.2 Conservazione della quantità di moto	113	6.2	Consumo di ossigeno e metabolismo
48	3.3 Significato fisico della quantità di moto	114		Sommario
49	3.4 Sistemi con riferimenti inerziali	115		Problemi
50	3.5 La forza e la seconda legge della dinamica	116	*7	La dinamica dei sistemi costituiti da più particelle
56	3.6 Pseudoforze	117	7.1	Centro di massa
59	3.7 La seconda legge della dinamica e il determinismo	119	7.2	L'equazione di moto del centro di massa
60	3.8 Il significato fisico della seconda legge della dinamica	121	7.3	Il momento di una forza
61	3.9 La prima legge della dinamica e la legge di azione e reazione	122	7.4	Direzione del momento di una forza
62	3.10 Somma di forze	124	7.5	Il momento angolare
63	3.11 Le leggi di Newton sul moto	125	7.6	L'equazione per il moto rotazionale di un sistema di particelle
64	Sommario	127	7.7	Condizioni per l'applicabilità dell'equazione tra momento di una forza e momento angolare
65	Problemi			
66	4 Applicazioni delle leggi della meccanica	130	7.8	Corpi rigidi
66	4.1 Problemi di dinamica	135	7.9	Momento d'inerzia
70	4.2 Problemi di statica	138	7.10	Teorema dell'asse parallelo
70	4.3 La forza di attrito	140	7.11	Dinamica della rotazione di un corpo rigido
73	Sommario	143	7.12	Centro di gravità
73	Problemi	147	7.13	Il principio del lavoro e dell'energia per corpi rigidi rotanti

150	7.14	L'energia cinetica nel moto generale di un corpo rigido	247	*15	La misura dell'entropia
152		Sommario	247	15.1	Variazioni di entropia
153		Problemi	249	15.2	Alcune proprietà di P e T
156	*8	L'equilibrio di un corpo rigido	251	15.3	La pressione
156	8.1	L'equilibrio di un corpo rigido	252	15.4	Il calore
158	8.2	Statica e anatomia	253	15.5	Processi isotermini e adiabatici
160		Sommario	255	15.6	La misura dell'entropia
161		Problemi	259		Sommario
163	9	Il moto armonico	259		Problemi
164	9.1	Motivazione	261	*16	Energie libere di Gibbs e di Helmholtz
165	9.2	La cinematica del moto armonico	261	16.1	Energia libera di Gibbs
167	9.3	Ampiezza, periodo e frequenza	263	16.2	Energia libera di Helmholtz
171		Sommario	264		Sommario
172		Problemi	264		Problemi
174	*10	Dimensioni e funzioni	265	*17	Variazione dei numeri molari
174	10.1	Effetti dovuti al rapporto superficie-volume	266	17.1	Il potenziale chimico
178	10.2	Forza strutturale	268	17.2	Lo scambio di particelle attraverso una superficie
179	10.3	La corsa	269	17.3	Il potenziale chimico dei gas perfetti e dei soluti diluiti
181	10.4	Il salto	271	17.4	Applicazioni
182	10.5	Il volo	278		Sommario
182	10.6	Conclusioni	278		Problemi
184		Sommario	281	*18	La legge dell'entropia crescente
185		Problemi	282	18.1	Applicazioni
186	11	I fluidi	287	18.2	Entropia e disordine
187	11.1	Campi scalari e vettoriali	289	18.3	La seconda legge della termodinamica e la legge dell'evoluzione
189	11.2	La legge di Pascal	292	18.4	Il disordine e la distribuzione delle velocità
192	11.3	Il paradosso idrostatico	295	18.5	La seconda legge della termodinamica e il destino dell'universo
194	11.4	Il principio di Archimede	295	18.6	L'evoluzione della specie, la morte dell'individuo e la seconda legge della termodinamica
196	11.5	Fluidi in moto	297	18.7	La seconda legge della termodinamica e i limiti superiori dell'efficienza di una macchina termica e di un refrigeratore
202		Sommario	302		Sommario
203		Problemi	304		Problemi
205	*12	La tensione superficiale	306	19	La termodinamica e le proprietà della materia
205	12.1	Energia superficiale e tensione superficiale	306	19.1	L'equazione di stato
209	12.2	La legge di Laplace	310	19.2	Le transizioni di fase
214	12.3	Capillarità	311	19.3	Il calore specifico
218		Sommario	315	19.4	Il calore di fusione e di evaporazione
219		Problemi	316	19.5	L'evaporazione e l'ebollizione
220	13	La teoria cinetica	319		Sommario
221	13.1	La legge dei gas perfetti	320		Problemi
222	13.2	La temperatura	321	20	La trasmissione del calore
226	13.3	Il numero di Avogadro	322	20.1	La conduzione
230		Sommario	325	20.2	La radiazione
231		Problemi	329	*20.3	La trasmissione del calore e la fisiologia
233	*14	La termodinamica	331	20.4	Scambiatori di calore in controflusso
233	14.1	La legge dei grandi numeri e gli stati di equilibrio	332		Sommario
237	14.2	La prima legge della termodinamica	332		Problemi
238	14.3	I fondamenti fisici della seconda legge della termodinamica	334	21	Elettrostatica
239	14.4	La seconda legge della termodinamica	334	21.1	La legge di Coulomb
240	14.5	L'enunciato matematico della seconda legge della termodinamica	338	21.2	I campi elettrici
241	14.6	Applicazioni			
245		Sommario			
245		Problemi			

341	21.3	Il calcolo del campo elettrico	419	28	Il campo magnetico
342	21.4	Il campo elettrico sull'asse di un anello carico	419	28.1	Il campo magnetico di una carica puntiforme in moto
343	21.5	Il campo elettrico di un piano infinito carico	420	28.2	Descrizione qualitativa del campo magnetico
343	21.6	Il campo elettrico di due piani paralleli carichi con cariche uguali e opposte	422	28.3	Il calcolo del campo magnetico
345		<i>Sommario</i>	424	28.4	Due correnti parallele
346		<i>Problemi</i>	425	28.5	La forma integrale delle leggi del campo magnetico
348	22	Le linee di forza del campo elettrico e il potenziale elettrico	428	28.6	Il calcolo dei campi magnetici mediante la legge di Ampère
348	22.1	La legge di Gauss nella dinamica dei fluidi	429	28.7	Materiali magnetici
349	22.2	Il potenziale elettrico	430		<i>Sommario</i>
352	22.3	Il campo elettrico derivato dal potenziale	431		<i>Problemi</i>
353	22.4	Moto di cariche in un campo elettrico	433	29	L'elettrodinamica: le correnti di spostamento e l'induzione elettromagnetica
357	22.5	Superfici equipotenziali	434	29.1	La corrente di spostamento
358	22.6	I conduttori	438	29.2	L'induzione elettromagnetica
359		<i>Sommario</i>	443	29.3	La legge di Lenz
360		<i>Problemi</i>	444	29.4	L'induttanza
363	23	La legge di Gauss	449		<i>Sommario</i>
364	23.1	La legge di Gauss nella dinamica dei fluidi	449		<i>Problemi</i>
368	23.2	La legge di Gauss per i campi elettrici	452	30	Energia e onde elettromagnetiche
369	23.3	Applicazioni della legge di Gauss	452	30.1	L'energia in un campo elettromagnetico
372	23.4	Una seconda equazione integrale per il campo elettrico	453	30.2	L'energia del campo elettrico
374	23.5	La soluzione dei problemi di elettrostatica	456	30.3	L'energia del campo magnetico
374		<i>Sommario</i>	456	30.4	Le onde elettromagnetiche
375		<i>Problemi</i>	466	30.5	La velocità della luce
376	24	La capacità	470		<i>Sommario</i>
377	24.1	La capacità: una proprietà intrinseca	470		<i>Problemi</i>
378	24.2	Esempi della natura intrinseca della capacità	472	31	Il moto ondulatorio
380	24.3	Condensatori connessi in serie e in parallelo	472	31.1	Onde in una corda
386	24.4	I dielettrici	474	31.2	Funzioni d'onda
389		<i>Sommario</i>	478	31.3	La riflessione delle onde
390		<i>Problemi</i>	480	31.4	Le onde periodiche
392	25	La corrente elettrica e la resistenza	480	31.5	Le onde armoniche
392	25.1	La corrente elettrica	482	31.6	Le onde stazionarie
393	25.2	La resistenza elettrica	484	31.7	La velocità delle onde in una corda
394	25.3	La resistenza e la resistività	485	31.8	L'energia trasmessa da un'onda
395	25.4	L'energia dissipata in un resistore	488	31.9	Riflessione parziale delle onde
396		<i>Sommario</i>	491	31.10	L'equazione d'onda
397		<i>Problemi</i>	493		<i>Sommario</i>
398	26	Circuiti a corrente continua	494		<i>Problemi</i>
398	26.1	Le pile: la forza elettromotrice e la resistenza interna	498	32	Le onde sonore
400	26.2	Resistori collegati in serie	498	32.1	I fronti d'onda
401	26.3	Resistori collegati in parallelo	498	32.2	Le onde piane
402	26.4	Le regole di Kirchhoff	499	32.3	La velocità delle onde sonore
403		<i>Sommario</i>	499	32.4	Il flusso dell'energia acustica
404		<i>Problemi</i>	501	32.5	Congegni adattatori d'impedenza
406	27	La forza magnetica	501	32.6	Onde su membrane
406	27.1	Il campo magnetico	504	32.7	Modi normali di vibrazione di una membrana
408	27.2	La traiettoria di una particella carica in un campo magnetico uniforme	505	32.8	Oscillazioni forzate di un sistema
411	27.3	Il moto di una carica elettrica in un campo magnetico non uniforme	506	32.9	La fisica dell'udito
413	27.4	La forza esercitata da un campo magnetico su una corrente elettrica	507	32.10	Determinazione della frequenza da parte dell'orecchio
415		<i>Sommario</i>	510	32.11	L'analisi dei suoni complessi
416		<i>Problemi</i>	513		<i>Sommario</i>
			514		<i>Problemi</i>

316	33	Onde in due e in tre dimensioni	628	37	L'equazione ondulatoria di Schrödinger
316	33.1	Onde sferiche	629	37.1	La diffrazione della luce e degli elettroni
318	33.2	L'interferenza	630	37.2	La teoria quantistica
321	33.3	Lo spettro elettromagnetico	631	37.3	La relazione tra la fisica quantistica e quella classica
323	33.4	La diffrazione	634	37.4	L'equazione di Schrödinger
324	33.5	Diffrazione da una fenditura singola	636	37.5	Il significato fisico della funzione d'onda
328	33.6	La rifrazione	638	37.6	Stati stazionari e valori discreti dell'energia
330	33.7	La riflessione	643	37.7	Lo spettro di emissione e di assorbimento
331	33.8	La riflessione totale	644	37.8	La normalizzazione della funzione d'onda
332		Sommario	645	37.9	Il principio d'indeterminazione di Heisenberg
333		Problemi	648	37.10	Il limite classico della meccanica quantistica
335	34	Optica	649	37.11	L'equazione di Schrödinger con un potenziale
335	34.1	Lenti a superficie singola (diottri)	650	37.12	Gli stati quantici di una particella in presenza di un potenziale
339	34.2	Lenti a due superfici	651	37.13	L'oscillatore armonico
343	34.3	L'occhio umano	654		Sommario
346	34.4	Gli strumenti di ingrandimento	656		Problemi
349	34.5	La risoluzione massima di un sistema ottico	658	38	La teoria quantistica della struttura atomica
352	34.6	La risoluzione di un microscopio	658	38.1	L'equazione di Schrödinger in due e in tre dimensioni
358		Sommario	659	38.2	Invarianza traslazionale e rotazione nella teoria classica e in quella quantistica
360		Problemi	662	38.3	La quantizzazione del momento angolare
363	35	La teoria della relatività	663	38.4	Sistemi quantici tridimensionali in un potenziale simmetrico
363	35.1	Il principio Newtoniano della relatività	665	38.5	L'atomo di idrogeno
364	35.2	L'effetto della teoria elettromagnetica sul principio Newtoniano della relatività	666	38.6	L'effetto Zeeman
366	35.3	Tentativi di misurare la velocità dell'etere	669	38.7	Lo spin elettronico
370	35.4	La teoria della relatività di Einstein	671	38.8	Il principio di esclusione
372	35.5	La trasformazione di Lorentz	671	38.9	La tavola periodica degli elementi
377	35.6	La dilatazione del tempo	672	38.10	Il legame chimico
379	35.7	La contrazione dello spazio	678		Sommario
379	35.8	La geometria dello spazio-tempo	679		Problemi
382	35.9	La legge della somma relativistica delle velocità	681	39	La fisica nucleare
382	35.10	La somma delle velocità in tre dimensioni	681	39.1	La forza nucleare
385	35.11	La conservazione della quantità di moto	683	39.2	Il fluido nucleare
387	35.12	Velocità e quantità di moto relativistiche	684	39.3	Energie di legame dei nuclei
388	35.13	Le leggi di trasformazione della velocità e della quantità di moto relativistiche	688	39.4	I modi del decadimento nucleare
389	35.14	La conservazione del quadrivettore quantità di moto	690	39.5	La legge del decadimento radioattivo
393	35.15	«L'inerzia di un corpo dipende forse dal suo contenuto di energia?»	691	39.6	La stabilità del nucleo
397	35.16	Particelle di massa zero	694	39.7	Le shell nucleari
398		Sommario	695	39.8	La fissione e la fusione nucleare
399		Problemi	702		Sommario
601	36	Le origini della fisica quantistica	703		Problemi
607	36.1	La fisica classica	706		Appendici
604	36.2	La radiazione in una cavità	706	A.1	Formule matematiche
607	36.3	L'effetto fotoelettrico	707	A.2	Proprietà dei logaritmi e degli esponenziali
609	36.4	L'effetto Compton	707	A.3	Derivate parziali
611	36.5	Scattering di particelle alfa	707	A.4	Numeri complessi
613	36.6	La quantizzazione dell'energia negli atomi	708	B.1	Logaritmi comuni (in base 10)
615	36.7	L'esperimento di Franck e Hertz	709	B.2	Funzioni trigonometriche
616	36.8	L'atomo di idrogeno	709	C.1	Dati astronomici
619	36.9	Le onde di De Broglie	710		Risposte ai problemi
622	36.10	L'esperimento di Davison e Germer	714		Indice analitico
625		Sommario			
626		Problemi			