

Folco Scudieri

# APPUNTI DI FISICA I

Parte II: ELASTICITÀ - FLUIDI - ONDE  
TERMODINAMICA

SECONDA EDIZIONE CON ESERCIZI



ARACNE

ARACNE

## INDICE

### CAPITOLO VII

<b>Elementi di elasticità dei solidi</b>	<b>1</b>
1 Aspetti fenomenologici	1
2 Concetto di sforzo	6
3 La legge di Hooke	9
Deformazioni omogenee	10
Deformazioni non omogenee	12
Esempio.- Pendolo di torsione	13
Esempio.- Molla di torsione ad elica cilindrica	14
4 Energia di un solido deformato	14
5* Elementi di teoria dell'elasticità lineare. Deformazione nell'intorno di un punto: il tensore di deformazione	16
6* La sollecitazione nell'intorno di un punto: il tensore degli sforzi	19
Esempio.- Imponderabilità di un corpo	23
7* Relazione tra deformazione e sforzo	24
8 Esercizi	31
Soluzioni proposte	32

### CAPITOLO VIII

<b>Meccanica dei fluidi</b>	<b>34</b>
1 Proprietà dei fluidi	34
2 Deformazioni e sforzi nei fluidi reali	36
Esempio.- Il viscosimetro a disco oscillante	41
3 Fluido ideale	42
4 Moto stazionario: equazione di continuità	44
5 Dinamica dei fluidi ideali	45
6 Equilibrio statico dei fluidi incomprimibili: la legge di Stevino	48
Esempio.- Equilibrio in un fluido rotante	50
7 Forze di superficie su un corpo immerso in un fluido: la spinta di Archimede	51
Esempio.- La spinta d'Archimede e la doppia bilancia	54
8 Moto stazionario di un fluido ideale: il teorema di Bernoulli, il teorema di Torricelli	55
Esempio.- Il tubo di Venturi	57
Esempio.- Il tubo di Pitot-Prandtl	58
Esempio.- Effetto di portanza su una vela o un'ala	58
Esempio.- L'effetto Magnus	59

9	Effetti viscosi: perdita di carico, moto laminare alla Poiseuille	60
10	Appendice: dimostrazione analitica della spinta d'Archimede	62
11	Quesiti	63
12	Esercizi	66
	Soluzioni proposte	70

## CAPITOLO IX

<b>Onde elastiche</b>	77
1 Perturbazioni elastiche variabili nel tempo: concetto di onda	77
2 Vari tipi di onde	79
3 Onde periodiche: onde armoniche	84
4 Equazione delle onde	89
5 Velocità di propagazione delle onde elastiche in mezzi elastici lineari	91
6 Onda piana longitudinale: onda di pressione	99
Esempio.- Onda di pressione in un gas perfetto	100
7 Energia delle onde elastiche	102
8 Onda sferica armonica	104
9 Interferenza delle onde	105
Esempio.- Interferenza di onde piane non collineari: frange di interferenza	109
10 Battimenti	116
11 Il principio di Huygens	117
12 Assorbimento	119
13 Le leggi geometriche della riflessione e rifrazione	121
14 Effetto Doppler	125
15 Incidenza normale: riflessione e trasmissione	129
16 La diffrazione	133
17 Applicazioni: il microscopio acustico	135
18 Onde complesse: la dispersione. Velocità di gruppo	137
19 Esercizi	140
Soluzioni proposte	142

## CAPITOLO X

<b>Terminologia</b>	144
1 Sistema termodinamico	144
2 Temperatura e termometri empirici	145
3 Equazione di stato dei gas perfetti	150
4 Dilatazione termica	152
5 Calore	153
6 Calorimetria	157

7	Trasmissione del calore	159
	Esempio.- Conduttori termici in serie	161
	Esempio.- Conduttori termici in parallelo	162
8	Esercizi	164
	Soluzioni proposte	165
 <b>CAPITOLO XI</b>		
	<b>Termodinamica: il primo principio</b>	166
1	Stato e trasformazioni termodinamiche	166
2	Il lavoro meccanico	170
3	Equivalente meccanico del calore e primo principio della termodinamica	172
4	Energia interna	175
5	Conclusioni	177
 <b>CAPITOLO XII</b>		
	<b>Termodinamica: il secondo principio</b>	179
1	Macchine termiche cicliche	179
2	Il secondo principio della termodinamica: formulazioni di Clausius e Kelvin	181
3	Teorema di Carnot	184
4	Temperatura termodinamica	186
5	Disuguaglianza di Clausius	188
6	Entropia	193
7	Entropia come variabile estensiva e rappresentazione nel piano di Gibbs S-T	196
8	Entropia di un sistema isolato: entropia dell'Universo	197
	Esempio.- Lavoro massimo di una macchina operante tra due corpi di capacità termica finita, a temperature diverse	198
	Esempio.- Conduzione del calore tra solidi a temperature differenti	200
	Esempio.- Conduzione del calore tra sorgenti termiche a temperature $T_1$ e $T_2 < T_1$	201
9	Cambiamenti di stato: variazione di entropia	203
10	Sviluppo storico-logico della termodinamica classica	204
11	Applicazioni: l'equazione dell'energia	206
12	Potenziali termodinamici: condizioni di equilibrio e stabilità termodinamica	208
	Energia interna	208
	Entalpia	209
	Energia libera di Helmholtz	210
	Entalpia libera o energia libera di Gibbs	212
13	Isotherme e diagramma di fase di una sostanza pura	215

14	Applicazioni: Transizioni di fase	217
	Transizioni di fase del primo ordine: equazione di Clausius-Clapeyron	217
	Transizioni di fase del secondo ordine	220
	Differenza dei calori specifici $c_p$ - $c_v$	221
15	La fase liquida	224
16	Quesiti	226
17	Esercizi	227
	Soluzioni proposte	231

## CAPITOLO XIII

Termodinamica: i gas		237
1	Il gas perfetto	237
2	Gas perfetto trasformazioni	238
	Isocora reversibile	238
	Isobara reversibile	239
	Isoterma reversibile	239
	Esempio.- Dipendenza della pressione atmosferica dalla quota	240
	Adiabatica reversibile	242
	Politropica reversibile di ordine $k$	243
	Espansione libera	244
	Effetto Joule-Thomson	245
3	Entropia di un gas perfetto	246
4	Esempi di trasformazioni cicliche: cicli di Carnot, Stirling, Otto, Diesel, Joule	251
5	Teoria cinetica del gas perfetto	257
6	Distribuzione di Maxwell	265
7	Distribuzione di Boltzmann	273
8	Spazio delle fasi: microstato, macrostato e probabilità termodinamica. Entropia: formulazione statistica di Boltzmann	274
9	I gas reali	282
10	Gas di van der Waals	285
11	Trasformazioni e funzioni di stato del gas di van der Waals	290
12	Quesiti	294
13	Esercizi	295
	Soluzioni proposte	302

APPENDICI		314
1	Appendice 1: elementi di statistica	314
2	Appendice 2: concetto di probabilità	321
3	Appendice 3: entropia di Shannon e di Boltzmann	325

4	Appendice 4: distribuzioni di probabilità	326
5	Appendice 5: costanti fondamentali, valori standard, fattori di conversione dell'energia	329
	INDICE ANALITICO	331