

Indice

1	PROPRIETÀ DEI FLUIDI	1
1.1	Introduzione	1
1.2	Densità	3
1.3	Pressione	4
1.4	Equazione di stato dei gas perfetti	5
1.5	Calori specifici	6
1.5.1	Gas perfetto monoatomico	7
1.5.2	Gas perfetto biatomico	8
1.6	Comprimibilità dei fluidi	9
1.7	Viscosità	10
1.8	Esercizi	15
2	CINEMATICA	17
2.1	Il campo di velocità	17
2.2	Descrizione del moto euleriana e lagrangiana	19
2.3	Derivata materiale	21
2.3.1	Effetti non stazionari	23
2.3.2	Effetto della convezione	23
2.4	Moti mono-, bi-, tri-dimensionali	24
2.5	Traiettorie, linee di corrente, linee di fumo	25
2.6	Il campo di accelerazione	26
2.7	Cinematica di una particella di fluido	27
2.7.1	Moto lineare e deformazione	28
2.7.2	Moto angolare e deformazione	30
2.8	Volume di controllo e sistema	33
2.9	Il teorema del trasporto di Reynolds	34
2.10	Esercizi	39

3	LE EQUAZIONI DELLA FLUIDODINAMICA IN FORMA INTEGRALE ED IN FORMA DIFFERENZIALE	41
3.1	Equazione di conservazione della massa	43
3.1.1	Equazione di conservazione della massa in forma integrale	43
3.1.2	Equazione di conservazione della massa in forma differenziale	45
3.2	La seconda legge di Newton. Equazione di bilancio di quantità di moto	47
3.2.1	Equazione di bilancio di quantità di moto in forma differenziale	48
3.2.2	Relazione tra tensioni e velocità di deformazione	51
3.2.3	Le equazioni di Navier-Stokes	53
3.3	Equazioni del moto per fluidi non viscosi: equazioni di Eulero	54
3.4	Distribuzione idrostatica della pressione. Pressione modificata .	55
3.5	Equazione di conservazione dell'energia	57
3.6	Schema riassuntivo delle equazioni della fluidodinamica	62
3.6.1	Fluido viscoso comprimibile	62
3.6.2	Fluido viscoso incomprimibile	62
3.6.3	Fluido ideale	62
3.6.4	Condizioni iniziali ed al contorno	63
3.7	Equazioni del moto in forma adimensionale	63
3.8	Esercizi	68
4	MOTO DI UN FLUIDO IDEALE INCOMPRIMIBILE	71
4.1	L'equazione di Bernoulli	71
4.2	Moto irrotazionale	73
4.2.1	L'equazione di Bernoulli per moti irrotazionali	74
4.3	Pressione statica, pressione di ristagno, pressione dinamica . . .	75
4.4	Tubo di Pitot e tubo Venturi	76
4.5	Moti piani irrotazionali	80
4.5.1	Il potenziale della velocità	80
4.5.2	La funzione di corrente	82
4.6	Principali tipi di moti a potenziale	85
4.6.1	Moto uniforme	85
4.6.2	Sorgente e pozzo	87
4.6.3	Vortice	88
4.6.4	Doppietta	91
4.7	Sovrapposizione di flussi a potenziale	93
4.7.1	Sorgente in corrente uniforme	93
4.7.2	Flusso potenziale intorno ad un cilindro circolare	97

4.7.3	Cilindro con circolazione	100
4.8	Valutazione della resistenza aerodinamica per un fluido reale	104
4.9	Esercizi	112
5	FLUSSO INCOMPRESSIBILE INTORNO AD UN PROFILO ALARE	115
5.1	Flusso a potenziale intorno ad un profilo alare: ipotesi di Kutta	117
5.2	Il teorema di Kelvin ed il vortice di avviamento	119
5.3	Il foglio vorticoso	121
5.4	La condizione di Kutta	127
5.5	Teoria di Glauert	129
5.5.1	Teoria di Glauert per profili simmetrici	134
5.5.2	Teoria di Glauert per profili con inarcamento	138
5.6	Stallo ed ipersostentatori	145
5.6.1	Ipersostentatori	150
5.7	Esercizi	155
6	FLUSSO INCOMPRESSIBILE INTORNO AD UN'ALA FINITA	157
6.1	Sistema di vortici per l'ala	158
6.2	Velocità indotta ed incidenza indotta	161
6.3	Teoria della linea portante	166
6.4	Soluzione dell'equazione del monoplano	175
6.5	Commenti sulle principali differenze tra profilo ed ala finita	175
6.6	Esercizi	181
7	LO STRATO LIMITE	183
7.1	Caratteristiche del flusso intorno ad un corpo	183
7.2	Strato limite su una lastra piana	188
7.3	Approssimazione delle equazioni del moto nello strato limite	189
7.4	Spessore dello strato limite	194
7.5	Resistenza della lastra piana	197
7.6	Transizione da moto laminare a moto turbolento	199
7.7	Strato limite turbolento	200
7.8	Separazione dello strato limite	201
7.9	Esercizi	205
8	EFFETTI PRINCIPALI DELLA COMPRIMIBILITÀ	207
8.1	Velocità del suono	208
8.2	Numero di Mach	213

8.3	Propagazione dei disturbi in flussi subsonici e supersonici	215
8.4	Onde d'urto	218
9	FLUSSI QUASI-UNIDIMENSIONALI STAZIONARI	223
9.1	Equazioni del moto per flussi quasi-unidimensionali stazionari	224
9.2	Grandezze di ristagno, critiche e limite	225
9.3	Flussi quasi-unidimensionali, stazionari, omentropici	229
9.4	Funzionamento degli ugelli	233
9.5	Onda d'urto normale	238
9.6	Gallerie supersoniche	243
9.7	Esercizi	246
10	FLUSSI BIDIMENSIONALI STAZIONARI CON PICCOLE PERTURBAZIONI	249
10.1	Effetti della comprimibilità per profili subsonici	252
10.2	Equazione delle onde	254
10.3	Profili alari supersonici	258
10.4	Forma ottimale dei profili supersonici	264
10.5	Flusso supersonico intorno ad una parete	266
10.6	Urto obliquo	271
10.7	Esercizi	274
A	Tabelle dei flussi comprimibili	274
	Bibliografia	291
	Indice analitico	293