INGEGNERIA AEROSPAZIALE

FLUIDODINAMICA

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

A CURA DI FRANCESCO M.

master COPY COPISTERIA 050/8312126 388/9837745

Prefazione

Mi scuso in anticipo per i miliardi di errori grammaticali di cui non mi sono accorto.

Per l'esame della Salvetti purtroppo dovrete sapere quasi a mente molti dei paragrafi di questo mini-libro, guardate i testi d'esame allegati in fondo alle dispense per vedere cosa chiede. I due capitolo finali vengono chiesti solo se risultate particolarmente brillanti nel compito scritto. Per quanto riguarda gli esercizi bastano le esercitazioni svolte in classe dalla professoressa.

Buono studio e in bocca al lupo!

Francesco Marconcini

master COPY COPISTERIA
050/8312126 388/9837745
MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Sommario

CAPITOLO 1 – RICHIAMI 10
1-INTRODUZIONE 10
2-IPOTESI DEL MEZZO CONTINUO 11
3-GRANDEZZE FISICHE FLUIDI 12
4-FORZE AGENTI SU UNA PARTICELLA FLUIDA 13
4.1-FORZE DI PRESSIONE 13
4.2-FORZE TANGENZIALI 13
5-TRASPORTO DI CALORE 14
6-NUMERI ADIMENSIONALI 15
6.1-NUMERO DI MACH E VELOCITÀ DEL SUONO 15
6.2-NUMERO DI REYNOLDS 16
6.3-NUMERO DI PRANDTL 17
7-PRINCIPI DI STATICA DEI FLUIDI 17
7.1-LEGGE DI STEVINO 17
8-ATMOSFERA STANDARD 19
8.1-CONDIZIONI STANDARD A LIVELLO DEL MARE (LATITUDINE 45°N) 19
8.2-VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA CON LA QUOTA 20
8.3-VARIAZIONE DELLA PRESSIONE STATICA 20
8.4-RIEPILOGO 21
9-VETTORI E TENSORI 21
9.1-DEFINIZIONI 21
9.2-OPERATORI VETTO/TENSORIALI E OPERAZIONI FRA TENSORI E VETTORI 21
9.3-OPERATORI DIFFERENZIALI 22
9.4-RELAZIONI NOTE PER OPERATORI DIFFERENZIALI 23
9.5-OPERATORI DIFFERENZIALI IN VARI SISTEMI DI COORDINATE 23
CAPITOLO 2 - FLUIDOCINEMATICA 25
1-DESCRIZIONE DEL MOTO 25
2-DERIVATA MATERIALE (o totale) E DERIVATA EULERIANA 25
3-TRAIETTORIA di una particella di fluido (PATH) 26
4-LINEE DI CORRENTE (streamlines) 27
5-LINEE DI FUMO (streaklines) 27
6-FLUSSO STAZIONARIO 27

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

CAPITOLO 3-DINAMICA DEI FLUIDI 29
1-INTRODUZIONE 29
2-TEOREMA DEL TRASPORTO (o di Reynolds) 29
3-BILANCIO DI MASSA 32
3.1-TEOREMA DEL TRASPORTO FORMA NON CONSERVATIVA 32
3.2-INTERPRETAZIONE FISICA DELLA DIVERGENZA 33
4-BILANCIO DELLA QUANTITÀ DI MOTO 35
4.1-INTRODUZIONE 35
4.2-TENSORE DEGLI SFORZI ed ESPRESSIONE FORZE DI SUPERFICIE 35
4.3-ELENCO FORME DEL BILANCIO DELLA QUANTITÀ DI MOTO 36
4.3-DIMOSTRAZIONE DELLE VARIE ESPRESSIONI DEL BILANCIO 37
4.4-ALTRE ESPRESSIONI PARTE DX DEI BILANCI 39
5-BILANCIO ENERGETICO 40
6- SISTEMA DI EQUAZIONI DI NAVIER-STOKES 43
6.1-EQUAZIONI DI STATO TERMODINAMICHE 43
6.2-LEGGE DI FOURIER 44
6.3-MODELLIZZAZIONE DEL TENSORE DEGLI SFORZI VISCOSI 44
7-CONDIZIONI AL CONTORNO E INIZIALI 50
7.1-RIEPILOGO 50
7.2-CONDIZIONI AL BORDO PER UNA PARETE SOLIDA 51
8-EQUAZIONI DI NAVIER STOKES SEMPLIFICATE 51
8.1-BILANCIO DI ENERGIA CINETICA 52
8.2-BILANCIO ENERGIA INTERNA 52
8.3-BILANCIO DI ENTALPIA 53
8.4-BILANCIO ENTROPIA 54
CAPITOLO 4 – FLUSSI INC-IRR 56
1-IPOTESI DI FLUSSO INCOMPRIMIBILE 56
1.1-SEMPLIFICAZIONI DELLE EQUAZIONI DI N-S 56
1.2-RIEPILOGO EQUAZIONI PER FLUSSI INCOMPRIMIBILI 57
1.3.VANTAGGI/SVANTAGGI IPOTESI DI FLUSSO INCOMPRIMIBILE 58
2-FLUSSI INCOMPRIMIBILI E IRROTAZIONALI 58
2.1-RIELABORAZIONE BILANCIO DI QUANTITÀ DI MOTO 58
2.2-FLUSSO IRROTAZIONALE 59

Via Master Copy Cagliari 070/831276 388/9837745

2.3-RIEPILOGO EQUAZIONI DEL MOTO PER FLUSSO INC-IRR 59
2.4- CONSIDERAZIONI SU FLUSSI INCOMPRIMIBILI e IRROTAZIONALI 60
3-SOLUZIONI SEMPLICI EQ. DI N.S. PER FLUSSI INCOMPRIMIBILI 61
3.1-FLUSSO DI POISEULLE PIANO 61
3.2-FLUSSO DI HAGEN-POISEULLE 63
3.3-FLUSSO ALLA COUETTE 64
CAPITOLO 5-VORTICITÀ 67
1-PARETI SOLIDE E VORTICITÀ 67
1.1-IMPOSSIBILITÀ FLUSSI IRROTAZIONALI ATTORNO A PARETI SOLIDE 67
1.2-GENERAZIONE VORTICITÀ IN PRESENZA DI PARETI SOLIDE 67
1.3-EVOLUZIONE DELLA VORTICITÀ 69
1.4-FASE STAZIONARIA CAMPO DI VORTICITÀ 73
2-FORZE AERODINAMICHE 74
3-APPROSSIMAZIONE FLUSSO IRROTAZIONALE OVUNQUE 75
3.1-PARADOSSO DI D'ALAMBERT (1752) 75
3.2-TEOREMA DI KUTTA-JOUKOWSKI 76
CAPITOLO 6 – TEORIA DELLO STRATO LIMITE 82
1-INTRODUZIONE 82
2-STRATO LIMITE SU PARETE PIANA 82
2.1-RISULTATO FONDAMENTALE TEORIA S.L. 82
2.2-EQUAZIONI DI STRATO LIMITE PER LASTRA PIANA 2D 84
2.2- SPESSORE DELLO STRATO LIMITE 84
2.3-SEMPLIFICAZIONE EQ STRATO LIMITE PER LASTRA PIANA 2D 85
2.4-SOLUZIONE DI BLASIUS 86
3-STRATO LIMITE SU UN CORPO DI FORMA QUALSIASI 90
3.1-EQUAZIONI DI STRATO LIMITE 90
3.2-LEGAME TRA GRADIENTE DI P E SPESSORE SL 90
3.3-PROFILO DI VELOCITÀ NELLO S.L. 91
3.4-PROFILO DI VORTICITÀ NELL S.L. 92
4-SEPARAZIONE DELLO STRATO LIMITE 93
4.1-CAUSE DELLA SEPARAZIONE 94
5-CORPI TOZZI E CORPI AERODINAMICI 94
5.1-PROCEDURA ITERATIVA CALCOLO FA SU CORPI AERODINAMICI 95

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9637745