



Meccanica dei Fluidi I

Compitino del 14 dicembre 2006

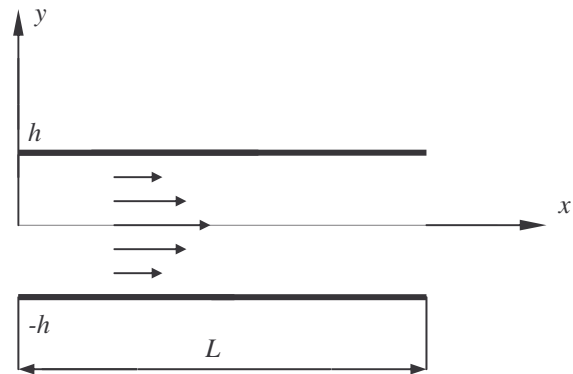
FILA A

Si svolgano gli esercizi 1, 2, 3, 4, 5

Gli studenti che hanno seguito gli anni scorsi possono svolgere gli esercizi 1, 2, 3, 6, 7

Esercizio 1 (8 punti)

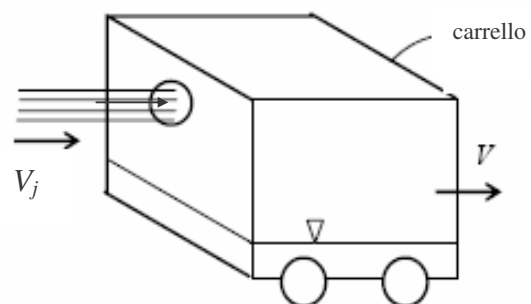
1. Si trovi l'espressione della distribuzione di velocità per il moto laminare, permanente e completamente sviluppato che si verifica tra due lastre piane e parallele situate in $y = \pm h$. Per trovare tale espressione si applichi il 2° principio della dinamica ad un elemento infinitesimo di fluido.
2. Si trovino i valori delle velocità massima e media.
3. Si scriva la distribuzione di velocità in forma non-dimensionale, dopo aver definito opportune variabili senza dimensioni.
4. Si calcoli infine la perdita di carico $h_L = \Delta P/\rho g$, per un canale di lunghezza L , in funzione delle proprietà del fluido e della velocità media.



Esercizio 2 (8 punti)

Un getto d'acqua orizzontale di portata volumetrica V ed area della sezione pari ad A causa lo spostamento di un carrello coperto di massa m_c lungo un piano orizzontale e senza attrito. Il getto entra attraverso un buco sul retro del carrello e tutta l'acqua che entra rimane all'interno del carrello, aumentando così la massa del sistema. La velocità del getto V_j è costante, mentre la velocità del carrello V è variabile.

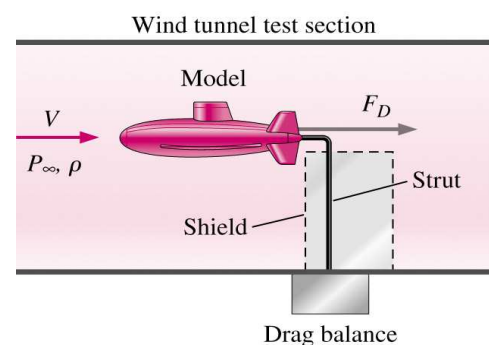
1. Quanto vale la velocità del getto relativa al carrello?
2. Il carrello è inizialmente vuoto e fermo quando il getto entra in funzione. Si scriva un'equazione integro-differenziale per $V(t)$, esprimendo il principio di conservazione della massa e l'equazione della quantità di moto. Attenzione: non si chiede di risolvere detta equazione.



Esercizio 3 (7 punti)

Un piccolo sottomarino a propulsione umana deve essere realizzato con i seguenti requisiti: lunghezza = 2.24 m, velocità di crociera in immersione = 0.560 m/s. Il prototipo deve essere testato in acqua a 15°C e pressione atmosferica ($\rho = 999.1 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 1.138 \times 10^{-3} \text{ Kg/m}\cdot\text{s}$). Viene costruito un modello in scala 1:24 per una serie di misure della resistenza all'avanzamento F_D in galleria del vento, utilizzando uno schermo speciale per evitare che la scia del supporto vada ad influire sulla resistenza aerodinamica. L'aria nella galleria del vento è alla temperatura di 25°C e a pressione atmosferica ($\rho = 1.184 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 1.849 \times 10^{-5} \text{ Kg/m}\cdot\text{s}$).

1. A che velocità deve essere messo in movimento il modello perché ci sia similitudine dinamica?

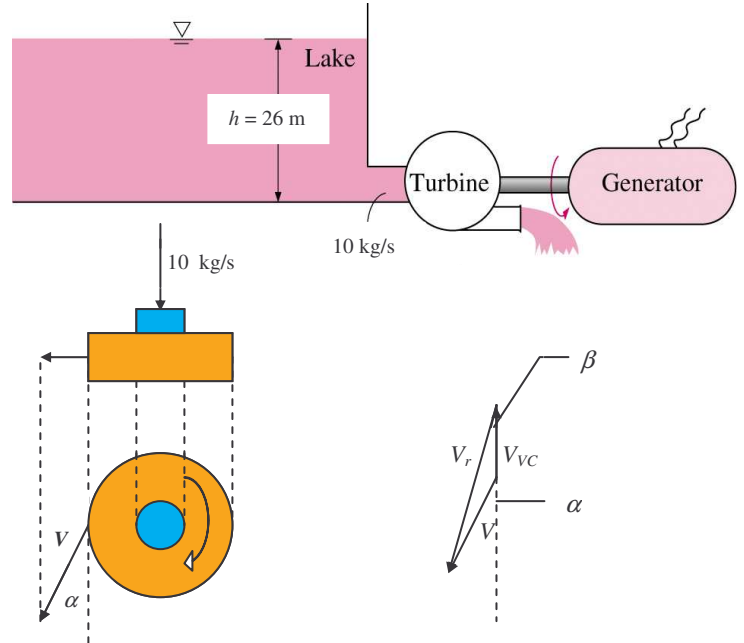


2. Dopo che il prototipo è stato costruito ci si accorge che la resistenza all'avanzamento in acqua è parecchio più piccola di quanto fosse stato previsto dopo gli esperimenti effettuati sul modello. Cosa può essere la causa di tale discrepanza?

Esercizio 4 (10 punti)

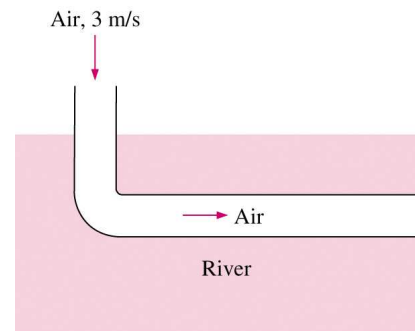
L'acqua in un lago viene usata per produrre elettricità, tramite l'installazione di una piccola turbina idraulica ed un alternatore, posizionati ad una profondità $h = 26$ m. L'acqua in ingresso alla turbina ha una portata pari a 10 kg/s. La velocità di rotazione della turbina è $n = 300$ rpm. L'acqua entra al centro ed esce dalla circonferenza esterna a velocità relativa $V_r = 35$ m/s, formando un angolo $\beta = 30^\circ$ tra la velocità relativa V_r e la velocità alla circonferenza V_{VC} , come illustrato in figura. Tale angolo β è determinato dalla geometria delle pale della turbina. Il raggio del rotore è $R = 0.5$ m.

1. Si determini la potenza meccanica fornita dal fluido alla turbina.
2. Si trovi la velocità assoluta V in uscita dalla turbina.
3. Si calcoli il momento della turbina e la potenza all'albero.
4. Si determini il rendimento della turbina.
5. Se il rendimento dell'alternatore è pari a $\eta_{\text{alternatore}} = 0.912$, quanto vale il rendimento globale del sistema turbina-alternatore?



Esercizio 5 (7 punti)

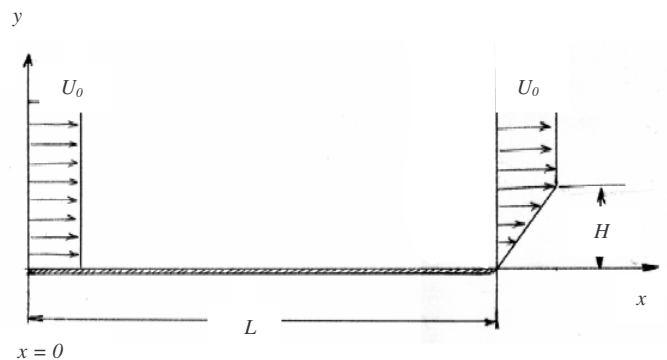
Una casa costruita in riva ad un fiume deve essere rinfrescata in estate utilizzando l'acqua fresca del fiume. Un condotto in acciaio inossidabile ($\epsilon = 0.002$ mm) di 15 m di lunghezza e diametro pari a 20 cm passa sotto il pelo libero dell'acqua. Dell'aria scorre nel condotto ad una temperatura media di 15°C ($\rho = 1.225$ kg/m³, $\mu = 1.802 \times 10^{-5}$ kg/m·s). Un ventilatore di rendimento globale pari a 62% viene utilizzato per mettere l'aria in moto. Si determini la potenza elettrica minima necessaria a spostare l'aria a velocità di 3 m/s.



Esercizio 6 (10 punti)

Un fluido incomprimibile di densità ρ e viscosità dinamica μ , scorre lungo una piastra piana, come indicato in figura. Si consideri il moto come bidimensionale e permanente. Al bordo d'attacco della lastra, in $x = 0$, la velocità del fluido è costante e vale U_0 . Man mano che il fluido scorre lungo la parete, uno *strato limite* si forma, e cresce in spessore, e si può immaginare che nella sezione di uscita, situata in $x = L$, il profilo di velocità sia come illustrato in figura (cioè lineare fino ad $y = H$, e costante per valori di $y \geq H$). La pressione P può essere ritenuta costante in tutto il campo di moto.

1. Per quale proprietà fisica del fluido si forma lo strato limite?
2. Usando l'equazione di continuità in forma integrale, si calcoli la portata volumetrica (per unità di profondità) uscente dalla superficie orizzontale $y = H_1 \geq H$, di un volume di controllo opportunamente scelto.



3. Si dimostri che il modulo della forza (per unità di profondità) esercitata dalla lastra sul fluido è uguale a $\rho U_0^2 H / 6$ e si indichi direzione e verso di tale forza.

Esercizio 7 (7 punti)

L'intensità sonora I è definita come la potenza acustica per unità di superficie, emessa da una sorgente di onde sonore. Si sa che I dipende dalla pressione P del mezzo fluido attraverso cui si propagano le onde sonore, dalla densità ρ del fluido, e dalla velocità del suono c_s . Si utilizzi il teorema Π per generare una relazione funzionale tra numeri senza dimensione, che si chiede di interpretare come rapporti tra tempi caratteristici.