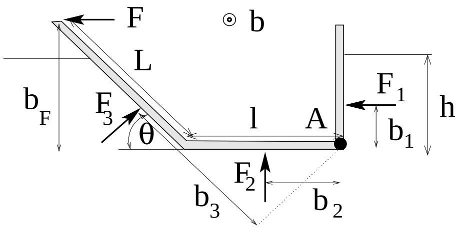
Soluzioni della prova del 17/06/2015



Le forze sul sistema saranno come in figura con: $F_1 = \rho g h^2 b/2 = 209777$ N, $F_2 = \rho g h l b = 337974$ N, $F_3 = \rho g h^2 b/(2\sin\theta) = 365735$ N. I loro bracci rispetto alla cerniera A sono rispettivamente $b_1 = h/3 = 1.2$ m, $b_2 = l/2 = 1.45$ m e $b_3 = l\cos\theta + h/(3\sin\theta) = 4.467$ m. Dall'equilibrio dei momenti rispetto ad A $FL\sin\theta + F_1 b_1 = F_2 b_2 + F_3 b_3$ si ricava $F = 447863$ N.

Dall'equazione di bilancio della quantità di moto:

$$\rho_0 U_0^2 \sin\theta \pi d^2/4 = F_x = 98.35 \text{ N}$$

$$-[\rho_1 U_1^2 + (p_1 - p_0)]\pi D^2/4 + \rho_0 U_0^2 \cos\theta \pi d^2/4 = F_y = -291.56 \text{ N}$$

essendo $\rho_0 = 1.342$ Kg/m^3 e $\rho_1 = 1.044$ Kg/m^3 e $U_1 = 58.60$ m/s (dalla conservazione della massa). y è la direzione antiparallela alla normale uscente n_1 e x quella ortogonale.

La sfera di bronzo avrà un volume $V_S = 4\pi R^3/3 = 0.00724$m^3 e una massa $M = \rho_b V_S = 64.42$ Kg. Sul sistema sfera più pallone di sollevamento agiranno: il peso della sfera e la sua spinta d'Archimede più il peso del pallone vuoto, il peso dell'aria inserita per gonfiarlo e la spinda d'Archimede sul pallone. L'aria nel pallone deve trovarsi alla pressione esterna $p_e = p_0 + \rho g h = 1769025$ Pa per cui la sua densità alla temperatura di $T = 4\ ^oC$ è $\rho_a = p_e/(RT) = 22.25$ Kg/m^3. Dla bilancio di forze nella direzione verticale abbiamo $Mg + Pg - \rho g V_S = (\rho - \rho_a) g V$ da cui si ricava $V = 0.06\ m^3$.

Dall'uguaglianza dei numeri di Reynolds $UL/\nu = U_m L_m/\nu_m$ ricaviamo $U/U_m = L_m/L(\nu/\nu_m) = f_S(\nu/\nu_m)$. Dalle espressioni per la resistenza $D = 0.5\rho U^2 S C_D$, notando che il coefficiente C_D deve essere lo stesso per entrambi i fenomeni (similitudine dinamica) possiamo ricavare C_D dalla relazione per l'esperimento e sostituirla in quella per il velivolo reale $D = D_m(\rho/\rho_m)(U/U_m)^2(S/S_m)$. Sostituendo la relazione per U/U_m si ottiene $D = D_m(\rho/\rho_m)[f_S(\nu/\nu_m)]^2/f_S^2 = D_m(\rho/\rho_m)(\nu/\nu_m)^2$, avendo notato che $S/S_m = 1/f_S^2$. Con i valori dalle tabelle per l'aria a 10000 m ($\rho = 0.4135$ Kg/m^3 e $\nu = 3.53\times10^{-5}$ m^2/s si ottiene $D = 0.41 D_m = 1516,3$ N.

Le separazione di uno strato limite è regolata dal gradiente di pressione che, tuttavia, non è dinamicamente determinato dallo strato limite stesso ma è imposto dal flusso esterno. In un condotto convergente il gradiente di pressione è negativo in quanto la pressione deve diminuire nella direzione della corrente mentre l'opposto accade in un condotto divergente dove la corrente rallenta procedendo nella direzione positiva. Ciò comporta che solo nei conditti divergenti il gradiente di pressione è avverso e si può verificare la separazione dello strato limite.