MECÂNICA DOS FLUIDOS I
Engenharia Aeroespacial

Repescagem do 1º Teste

24/Janeiro/2015

Duração total (partes teórica e prática): 2 horas

Esta parte realiza-se com consulta de 1 ou 2 livros de texto, as folhas da disciplina e transparências das aulas teóricas.
Apresente um nível adequado de justificação e a fonte bibliográfica das expressões que utilizou se diferentes das utilizadas nas aulas teóricas.

PARTE PRÁTICA

I

(8 valores)

Um balão de ar é cheio até ter um volume de $5x10^{-3}$ m^3. Num instante inicial t_0 o balão é liberto e esvazia-se tal como ilustrado na Figura 1. Considere que (i) a pressão dentro do balão se mantém constante até este ficar vazio e é igual a 500 Pa relativamente à pressão atmosférica (P_{atm}), (ii) a massa volúmica do ar dentro e fora do balão é constante e igual 1,2 kg/m^3, (iii) a velocidade do ar dentro do balão é desprezável excepto na saída onde o perfil de velocidades é uniforme, (iv) a àrea de saída é $A_s = 1x10^{-4}$ m^2 e (v) que pode tratar o escoamento como sendo permanente e inviscido desde o instante inicial t_0 até ao volume do balão ser nulo num instante t_f. Calcule:

a) A velocidade do jacto de ar que sai do balão, U_s. (Se não calcular esta alínea, considere doravante $U_s = 30$ m/s) (1,5 val.)
b) Quanto tempo demora o balão a esvaziar? (Se não calcular esta alínea, considere doravante $t_f - t_0 = 1$ s) (1,5 val.)
c) Calcule o caudal de energia cinética do jacto e a energia total dissipada no jacto durante o esvaziamento. (1,5 val.)
d) Sabendo que o jacto que sai do balão dá origem a uma força de propulsão, F e que a força de resistência aerodinâmica do balão em voo é dada por D = $0,01\ V^2$ [N] calcule a velocidade de voo "V" (no balanço integral despreze a contribuição oriunda da variação de volume). (1,5 val.)
e) Considere agora que a pressão dentro do balão, em vez de ser constante, diminui linearmente até igualar a pressão atmosférica e consequentemente a velocidade do jacto varia com o tempo (t) segundo, $U_s = 30\ (1 - t/t'_f)^{1/2}$, onde t'_f é o novo tempo que o balão leva a esvaziar. Calcule a distância percorrida pelo balão em voo considerando a mesma lei de resistência aerodinâmica da alínea (c): D = $0,01\ V^2$ [N]. Despreze a massa do ar e do balão. (2,0 val.)

NOTAS:

$$\int \sqrt{ax+b}\,dx = \frac{2\sqrt{(ax+b)^3}}{3a}$$

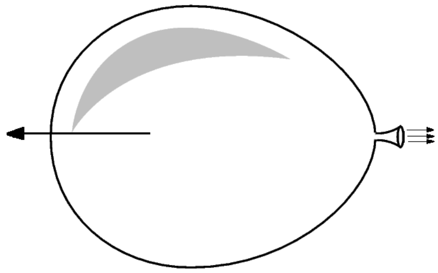

Figura 1: Esquema do balão a esvaziar-se.

II

(7 valores)

Um vórtice de Lamb-Oseen consiste num escoamento bidimensional, axissimétrico e laminar de um fluido Newtoniano, no qual a velocidade tangencial é dada por,

$$v_\theta(r) = \frac{\Gamma_0}{2\pi r}\left[1 - \exp\left(\frac{-r^2}{4\nu t}\right)\right],$$

onde r é a coordenada radial, t é a variável tempo, ν é a viscosidade cinemática, e Γ_0 é a circulação inicial do vórtice (constante durante o escoamento).

a) Sabendo que a velocidade axial é nula em todo o campo do escoamento, calcule a velocidade radial. (1,0 val.)

b) Calcule o gradiente de pressão na direção axial. (1,0 val.)

c) Simplifique a equação de transporte de quantidade de movimento na direção tangencial (não resolva a equação). (1,5 val.)

d) Simplifique a equação de transporte de quantidade de movimento na direção radial (não resolva a equação). (1,5 val.)

e) Mostre que a velocidade tangencial é solução das equações do movimento. (2,0 val.)