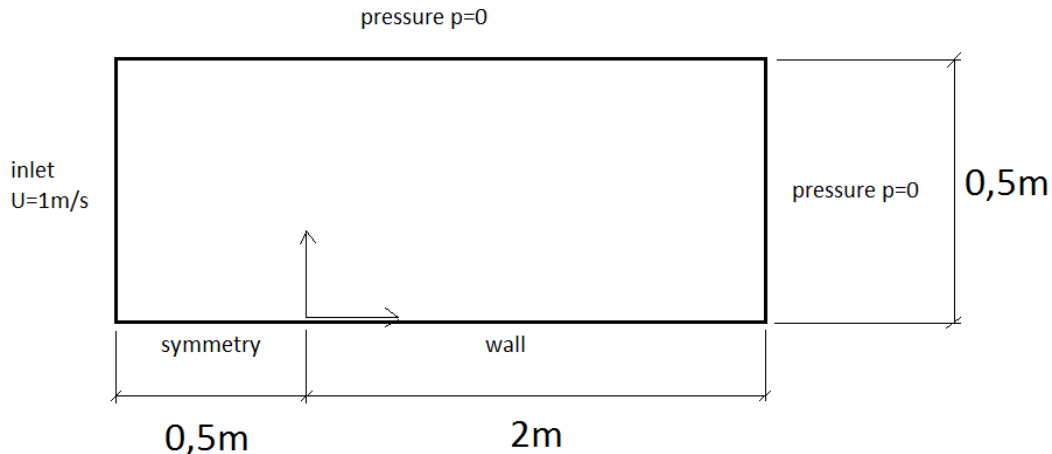


Solução do escoamento laminar sobre uma placa plana com gradiente nulo de pressão

Trata-se da solução do escoamento sobre uma placa plana paralela à corrente, com comparação dos resultados com a solução de Blasius. Um esquema da geometria e das condições de contorno pode ser vista abaixo.



Note que a placa tem um comprimento $L = 2\text{m}$ e a velocidade da corrente incidente é $U = 1\text{m/s}$. No nosso caso, a viscosidade será escolhida de forma que $Re_L = UL/\nu = 10000$ multiplicado pelo último algarismo do seu nº USP (se for zero, multiplique por dez). Por exemplo, se queremos $Re_L = 20000$ então $\nu = 0,0001\text{ m}^2/\text{s}$.

- 1) Escolha o diretório em que o caso vai ser salvo e o nome do caso.
- 2) Importe a malha. No momento, vamos usar uma malha gerada no formato do GAMBIT e será a malha “flatPlate.neu”.
- 3) Após importar a malha, vá ao menu “Mesh” e especifique as condições de contorno que são do tipo “empty”, “symmetry”, “wall” e “patch”. A fronteira selecionada sempre fica na cor laranja.
- 4) Vá ao menu “Setup” e escolha o solver. No caso, queremos resolver escoamento permanente (*steady*) e incompressível. O solver será o simpleFoam.
- 5) Verifique que no menu “Turbulence” o escoamento está especificado como laminar.
- 6) No menu “Transport properties” especifique o valor da viscosidade cinemática.
- 7) No menu “Discretization” existem quatro submenus, para a discretização temporal, espacial (*Convection*), cálculo dos gradientes e interpolações. Na discretização temporal, o problema é permanente (*Steady State*). Na discretização espacial, troque o esquema convectivo da quantidade de movimento de *upwind* para *linear upwind*. As demais opções podem ser deixadas em seus estados originais.

8) No menu de solução (*solution*) existem quatro submenus, “*Solvers*”, “*Simple*”, “*Residuals*” e “*Relaxation*”. Deixe os estados originais, menos o valor dos resíduos de encerramento. Baixe tudo para 10^{-5} .

9) Nos menus “*Operating Conditions*” e “*cell zones*” não mexa.

10) No menu “*Boundary Conditions*” estipule as condições para velocidades e pressões nas fronteiras que foram categorizadas como “*patch*”. Em entradas, tipicamente, estipule as componentes do vetor da velocidade e uma condição de Neumann de gradiente normal nulo para a pressão (*zeroGradient*). Nas saídas tipicamente é o contrário, a velocidade tem a condição de gradiente normal nulo e a pressão é especificada.

11) No menu “*Initial Conditions*” estipule a estimativa inicial para pressões e velocidades.

12) Em “*Controls*” estipule a frequência com que quer salvar a solução.

13) Em “*Monitors*” não mexa.

14) Em “*Run*”, estipule o número de “*time-steps*”, o que é um nome impróprio uma vez que o solver é permanente. Para o simpleFoam, cada *time-step* é uma iteração. O valor do passo de tempo “*time-step*” obviamente é um. Assim, se escolher um “*end time*” igual a 100000, teremos no máximo 100000 iterações caso a convergência não ocorra.

15) Salve o caso em “*write case*” e rode em “*run calculation*”.

16) Após a convergência, vamos pós-processar os resultados.

17) Vá para “*postProcessing*” e clique no botão do *paraView*.

18) No canto superior direito, em “*time*”, escolha a iteração que será visualizada.

19) Clique no botão “*apply*”.

20) No menu “*filters*”, em “*alphabetical*”, escolha “*plot over line*”.

21) Vamos escolher uma linha entre os pontos (1,0,0) e (1,0.1 a 0.2,0). Note que nessa posição temos $Re_x = Re_L/2$. A coordenada y ideal do 2º ponto pode variar porque a espessura da camada limite depende do nº de Reynolds Re_x relacionado com a viscosidade cinemática da sua simulação.

22) Se tudo der certo... você tem um lindo perfil de velocidades para comparar com a solução de Blasius. Divirta-se! No menu “*file*”, em “*save data*”, os dados do perfil podem ser salvos em um arquivo texto que pode ser aberto no Excel.

Lembre-se que a solução de Blasius está na literatura (por exemplo, em “Mecânica dos Fluidos” de Frank White) Como uma função f' de η , onde $f' = u/U$ e $\eta = y \sqrt{\frac{U}{\nu x}}$.

Você deve comparar os seus resultados do seu perfil de velocidades com o perfil $f' \times \eta$ da solução de Blasius. Compare também a espessura da sua camada limite δ obtida para a posição onde $u=0,99U$ e compare com a solução de Blasius:

$$\frac{\delta}{x} = \frac{5}{\sqrt{\text{Re}_x}}$$