**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**SETOR DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

# TM-045 FUNDAMENTOS DE AERODINÂMICA

# Prof. Luciano Kiyoshi Araki

**LISTA DE EXERCÍCIOS 01**

Entrega: 27/04/2015 (segunda-feira)

1. (valor 10) Considere que o ar possa ser aproximado como um gás perfeito e, como tal, respeite a relação , sendo *p* a pressão estática, *ρ* a massa específica, *R* a constante do gás e *T* a temperatura. Sob condições padrão, a constante do gás referente ao ar pode ser estimada como 287 J/kg·K (SI) ou 1716 ft·lb/slug·ºR.

(a) Se durante o pouso de um Ônibus Espacial, a pressão e a temperatura no nariz do equipamento forem de 1,2 atm e 300 K, qual a massa específica do ar?

(b) Se em um túnel de vento supersônico, em um dado ponto da seção de testes tem-se uma pressão de 1058 lb/ft2 e uma massa específica de 1,23 slug/ft3, determine qual a temperatura do ar nesse ponto.

2. (valor 30)Considere uma placa plana fina infinita com 1 m de corda mergulhada em um escoamento supersônico e que apresente um ângulo de ataque de 10º. As distribuições de pressão e de tensões de cisalhamento sobre as superfícies superior (índice *u*) e inferior (indice *l*) são: , ,  e , respectivamente, sendo *x* a distância a partir do bordo de ataque (em metros) e tanto a pressão quanto a tensão de cisalhamento dadas em Pa. Estime as forças normal e axial, a sustenção e o arrasto, os momentos ao redor do bordo de ataque e a um quarto do comprimento da corda.

3. (valor 10) Considere um aerofólio com ângulo de ataque de 12º. Se os coeficientes de forças normal e axial forem de 1,2 e 0,03, respectivamente, quais são os coeficientes de arrasto e de sustentação?

4. (valor 25) O arrasto sobre o casco de um navio depende em parte da altura das ondas produzidas pelo casco. A energia potencial associada a essas ondas, por sua vez, depende da aceleração da gravidade, *g*. Desta forma, pode-se estabelecer que o arrasto das ondas sobre o casco de um navio é  onde *c* é o comprimento de escala associado ao casco, neste caso, é a largura máxima do casco. Define-se, ainda, o coeficiente de arrasto como , bem como um parâmetro de similaridade chamado de número de Froude, . Utilizando o Teorema Pi-Buckingham, prove que *CD* = *f* (*Fr*).

5. (valor 25) Considere um Lear Jet voando a uma velocidade de 250 m/s a uma altitude de 10 km, na qual a massa específica e a temperatura são de 0,414 kg/m3 e 223 K, respectivamente. Considere, também, que um modelo em escala reduzida, na razão de 1/5, esteja em testes em um túnel de vento de um laboratório. A pressão na seção de testes do túnel é de 1 atm = 101325 Pa. Nesse caso, determine a velocidade, a temperatura e a massa específica do ar na entrada da seção de testes, de modo que os coeficientes de arrasto e de sustentação sejam os mesmos para o modelo em escala e o avião real em voo. Considere o ar como gás perfeito (relação apresentada no exercício 1). Caso necessário considere que a viscosidade *μ* e a velocidade do som *a* sejam proporcionais a *T* 1/2.