UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

TM-225 Linguagem de Programação I

Professor **Luciano Kiyoshi Araki**

(sala 7-30/Lena-2, lucaraki@ufpr.br, lucianoaraki@gmail.com, fone: 3361-3126)

Internet: http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM225/Excel

LISTA DE EXERCÍCIOS (2016/1)

(TURMA A)

OBSERVAÇÕES:

(1) Esta lista deve ser executada individualmente, duplas ou trios. Informe, dentro do arquivo eletrônico, o nome do(s) executor(es) da lista, preferencialmente na plan01. Além disso, o nome do arquivo eletrônico deve conter os integrantes do grupo; exemplo: Fulano-de-tal_Sicrano-de-tal_Beltrano-de-tal.xlsx.

(2) Apresentar o trabalho na forma de arquivo eletrônico, pessoalmente ou por e-mail. Em cada planilha do arquivo deve ser apresentada uma única questão. Identifique de modo claro cada equação/consideração/dado de entrada utilizado.

(3) Os dados de entrada fornecidos (temperaturas, velocidades e demais propriedades físicas) devem ser informados uma única vez em cada questão. Utilizar referências absolutas onde couber; na ausência de referências absolutas, haverá desconto no conceito final.

(4) Determinadas variáveis possuem definições diferentes em cada questão. Isto se deve ao fato de que, na elaboração das questões, foi adotada a simbologia mais comumente empregada para cada conceito/caso. Portanto, atenção na simbologia de cada questão.

(5) Utilize, sempre que possível, modelos matriciais para se obter o conceito pleno de cada exercício.

(6) Para entrega, utilize o seguinte e-mail: lucianoaraki@gmail.com. Aguarde a confirmação de recebimento da lista de exercícios.

(7) DATA DE ENTREGA: 13 de maio de 2016 (sexta-feira).

QUESTÃO 01 (valor: 15).

Uma determinada pessoa é forçada por seu médico a fazer uma dieta alimentar que forneça, diariamente, pelo menos as seguintes quantidades de substâncias: X = 80 mg/dia; Y = 70 mg/dia; Z = 100 mg/dia; W = 60 mg/dia.

A dieta deverá incluir leite, arroz, feijão e carne, os quais contêm as seguintes quantidades das substâncias requeridas (dados hipotéticos):

Substância	Alimento			
	Leite (copo)	Arroz (100 g)	Feijão (100 g)	Carne (100 g)
X	10	5	9	10
Y	8	7	6	6
Z	15	3	4	7
W	20	2	3	9

Os custos unitários desses alimentos são os seguintes: Leite = \$ 1,00 / copo; Arroz = \$ 0,80 / 100 g; Feijão = 1,20 / 100 g; Carne = \$ 3,50 / 100 g.

(a) Com base nos dados apresentados, montar o modelo de dieta que satisfaça às prescrições médicas e seja a de menor custo possível.

(b) Resolver o problema de otimização obtido através do solver do Excel. Apresentar, além dos resultados, ao menos o relatório de respostas.

QUESTÃO 2 (valor: 10).

Mancais são elementos de máquinas muito utilizados em projetos mecânicos. Em uma concepção mais ampla, o termo mancal pode ser empregado sempre que duas partes possuem movimento relativo, não importando sua forma ou configuração. Em geral, costuma-se dividir os mancais em duas grandes classes: os de deslizamento e os de rolamento. Observa-se, no entanto, que para ambas as classes normalmente se faz necessária sua lubrificação, de modo a reduzir o atrito e remover o calor que ocorre quando do movimento relativo entre as duas partes que compõem o mancal.

Considere-se um mancal radial de deslizamento, conforme mostrado na figura a seguir:

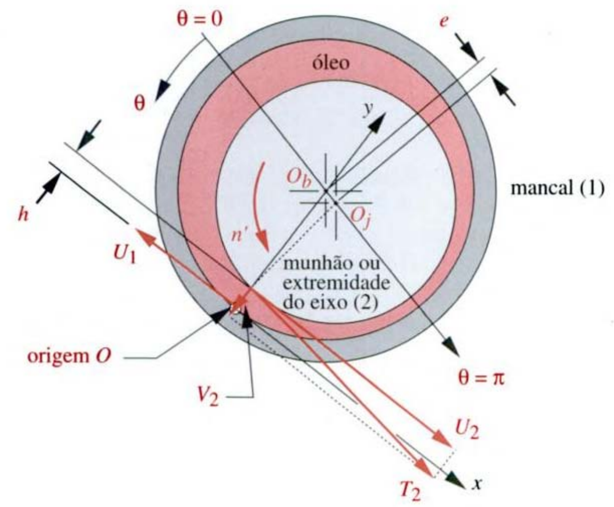

Fig. 2.1: Componentes de velocidade em um mancal de eixo excêntrico.

Nesse mancal, escolhe-se a origem do sistema de coordenadas *xy* em qualquer ponto na circunferência do mancal, como no ponto *O*. O eixo das coordenadas *x* é então tangente ao mancal, enquanto o eixo de coordenadas *y* atravessa o centro do mancal O_b e o eixo de coordenadas *z* (não mostrado) é paralelo ao eixo geométrico do mancal. Geralmente, o mancal é estacionário e apenas o eixo roda, mas em alguns casos o contrário pode ocorrer, ou ambos podem rodar. Mostra-se, assim, uma velocidade U_1 para o mancal bem como uma velocidade tangencial T_2 para o eixo. Observa-se que as direções (ângulos) não são os mesmos devido à excentricidade (*e*), que se constitui na distância entre as posições dos centros dos dois componentes do mancal. A excentricidade pode ser escrita em sua forma adimensional (ε), ou seja,

$$\varepsilon = \frac{e}{c_r}, \tag{2.1}$$

onde c_r é a folga radial, definida a partir da folga diametral (c_d), através da seguinte expressão:

$$c_r = \frac{c_d}{2}, \tag{2.2}$$

sendo que, por sua vez, a folga diametral (c_d) pode ser avaliada através da diferença entre os diâmetros do mancal (d_1) e do eixo (d_2):

$$c_d = d_1 - d_2. \tag{2.3}$$

Na Fig. 2.1, tem-se ainda a velocidade tangencial U_1 para o mancal, bem como a velocidade tangencial T_2 para o eixo. Deve-se observar que as direções (ângulos) não são as mesmas devido à excentricidade. A velocidade tangencial T_2 do eixo pode ser decomposta em componentes nas direções x e y como U_2 e V_2, respectivamente. O ângulo entre T_2 e U_2 é tão pequeno que a aproximação $\cos\theta \approx 1$ pode ser realizada sem problemas, de tal modo que se considere $U_2 = T_2$. A componente V_2 na direção y se deve ao fechamento (ou abertura) do intervalo h à medida que ele roda e tem-se que

$$V_2 = U_2 \frac{\partial h}{\partial x} \tag{2.4}$$

Com base nas hipóteses anteriores, pode-se escrever a equação de Reynolds relacionando a mudança do intervalo de espessura h, as velocidades relativas entre o eixo e o mancal V_2 e $U_1 - U_2$ e a pressão no fluido p como uma função das duas dimensões x e z, supondo-se que o eixo e o mancal sejam paralelos na direção z e que a viscosidade η seja constante, ou seja,

$$\begin{aligned} \frac{1}{6\eta}\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(h^3 \frac{\partial p}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(h^3 \frac{\partial p}{\partial z}\right)\right] &= \left(U_1 - U_2\right)\frac{\partial h}{\partial x} + 2V_2 \\ &= \left(U_1 - U_2\right)\frac{\partial h}{\partial x} + 2U_2 \frac{\partial h}{\partial x} = \left(U_1 + U_2\right)\frac{\partial h}{\partial x} = U \frac{\partial h}{\partial x} \end{aligned} \tag{2.5}$$

onde $U = U_1 + U_2$. Ao se considerar um mancal infinitamente longo na direção z, tem-se que o fluxo se torne nulo e a distribuição nessa direção seja constante, de modo que $\partial p / \partial z = 0$. Desse modo, a equação de Reynolds se reduz a

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(h^3 \frac{\partial p}{\partial x}\right) = 6\eta U \frac{\partial h}{\partial x} \tag{2.6}$$

cuja solução analítica foi proposta por Sommerfeld, em 1904,

$$p = \frac{\eta U r}{{c_r}^2}\left[\frac{6\varepsilon(\sin\theta)(2+\varepsilon\cos\theta)}{(2+\varepsilon^2)(1+\varepsilon\cos\theta)^2}\right] + p_0 \tag{2.7}$$

que fornece a pressão p no filme de lubrificante como uma função da posição angular θ ao redor do mancal para dimensões particulares do raio r do eixo, folga radial c_r, razão de excentricidade ε, velocidade da superfície U e viscosidade η.

Com base nas informações anteriores, calcule a pressão em um mancal longo, cuja solução foi proposta por Sommerfeld (Eq. 2.7). Para tanto, empregue ângulos entre 0 e 180°, com variação de 5°, pressão p_0 de 10000 Pa, raio do eixo $r = d_2/2 = 0{,}200$ m, diâmetro do mancal $d_1 = 0{,}405$ m, excentricidade e de $5\text{x}10^{-4}$ m, velocidade U de 15 m/s e como lubrificante, foi empregado um óleo SAE 40, cuja viscosidade η a 20°C é de $3{,}2\text{x}10^{-1}$ Ns/m^2. Com os dados obtidos, plote um gráfico de pressão [Pa] *versus* ângulo [graus].

QUESTÃO 03 (valor: 15).

Dentre os mecanismos de transferência de calor, a radiação é a único que não necessita de um meio material para ocorrer. Para sua modelagem, são estudadas as propriedades de corpos negros, que se constituem em corpos ideais, que apresentam como características:

(1) Trata-se de um absorvedor ideal (o corpo negro absorve toda a energia nele incidente).

(2) Trata-se de um emissor ideal (nenhum corpo, à mesma temperatura, é capaz de emitir mais energia que um corpo negro).

(3) Trata-se de um emissor difuso (não existe direção preferencial na emissão de um corpo negro).

Para o estudo da emissão de um corpo negro, Planck (em 1900), determinou uma expressão para a chamada intensidade espectral de um corpo negro ($I_{\lambda,cn}$)

$$I_{\lambda,cn}(\lambda,T) = \frac{2hc_o^2}{\lambda^5\left[\exp(hc_o/\lambda kT)-1\right]}, \tag{3.1}$$

que é uma função do comprimento de onda λ, dado em micrômetros [μm], e da temperatura absoluta *T*, dado em Kelvins [K]. Na Eq. (2.1), tem-se que: *h* é a constante universal de Planck, cujo valor é de $6{,}626 \times 10^{-34}$ J·s; *k* é a constante universal de Boltzmann, cujo valor é de $1{,}381 \times 10^{-23}$ J/K; e c_o é a velocidade da luz no vácuo, cujo valor aproximado é de $2{,}998 \times 10^{8}$ m/s. A partir da integração da Eq. (3.1) sobre para uma superfície hemisférica, obtém-se o chamado poder emissivo espectral ($E_{\lambda,cn}$), dado por

$$E_{\lambda,cn}(\lambda, T) = \frac{2\pi h c_o^2}{\lambda^5 \left[\exp\left(h c_o / \lambda k T\right) - 1\right]} . \tag{3.2}$$

Com base na Eq. (3.2), plote um gráfico log-log com o poder emissivo espectral $E_{\lambda,cn}$ [W/m²·m] em função do comprimento de onda λ [m]. Considere os seguintes valores para a temperatura *T*: 50 K, 100 K, 300 K, 500 K, 1000 K, 2000 K, 4000 K, 6000 K. Para a plotagem do gráfico, utilize comprimentos de onda entre 0,1 e 1000 μm e no caso dos valores do poder emissivo espectral, apresente apenas os valores superiores a 1 W/ m²·m.

Dica: Busque na internet qual o formato para o gráfico de poder emissivo espectral de um corpo negro, para que seu gráfico não fique em demasiado diferente do esperado.

QUESTÃO 04 (valor: 15).

A empresa "A1 Comércio de Eletrônicos" apresentou a seguinte planilha de gastos, referente ao ano de 2015. Os valores são expressos em reais.

Rubrica	**Trimestre**			
	2015/1	**2015/2**	**2015/3**	**2015/4**
Pessoal	15.000,00	16.500,00	16.500,00	18.000,00
Material de consumo	5.000,00	5.200,00	5.100,00	5.500,00
Custos com concessionárias (luz, água, telefone)	2.300,00	2.100,00	2.450,00	2.800,00
Impostos e contribuições	1.100,00	1.300,00	1.400,00	1.700,00
Demais custos	600,00	750,00	700,00	800,00

Deseja-se, a partir dos dados apresentados, estimar quais seriam os gastos previstos para o ano de 2016. Para tanto, considere os seguintes cenários:

Cenário 1: aumento previsto de 10% para os gastos com pessoal, 5% com material de consumo, 18% com concessionárias, 25% com impostos e 5% com outros custos.

Cenário 2: aumento previsto de 8% para os gastos com pessoal, 7% com material de consumo, 15% com concessionárias, 20% com impostos e 3% com outros custos.

Cenário 3: : aumento previsto de 15% para os gastos com pessoal, 8% com material de consumo, 25% com concessionárias, 30% com impostos e 10% com outros custos.

Apresente as planilhas referentes a cada um dos 3 cenários, apresentando os dados trimestrais (previsão de gastos por rubrica e gastos totais).

QUESTÃO 5 (valor: 10).

O decaimento radioativo do carbono-14 é usado para estimar a idade de materiais orgânicos. O decaimento é modelado por meio de uma função exponencial $f(t) = f(0)e^{kt}$, onde t é o tempo, $f(0)$ é a quantidade de material no instante de tempo inicial ($t = 0$) e k é uma constante dependente do material radioativo analisado. Considere que a meia vida do carbono-14 seja de aproximadamente 5730 anos. Uma amostra de papel obtida dos Manuscritos do Mar Morto mostra que 78,8% do carbono-14 inicial está presente. Estime a idade dos manuscritos, arredondando a idade para o valor inteiro mais próximo.

QUESTÃO 6 (valor: 15).

Diversas propriedades termofísicas das substâncias são dependentes, em especial, da temperatura. Dentre tais propriedades, citam-se a condutividade térmica (k), a viscosidade cinemática (v), a difusividade térmica (α) e o número de Prandtl (Pr).

A tabela apresentada na sequência apresenta os valores para o ar, à pressão atmosférica, das propriedades listadas acima. Nota-se, no entanto, que para que os valores de v e α sejam os valores verdadeiros, é necessário multiplicar os dados da tabela por $1x10^{-6}$, enquanto para os valores de k, deve-se multiplicar os dados por $1x10^{-3}$.

Com base nos dados apresentados, plote um gráfico para cada uma das propriedades versus temperatura. Obtenha a linha de tendência através de um polinômio de quarto grau, mostrando-o no gráfico correspondente. Para garantir uma maior acurácia para o uso do polinômio de quarto grau, apresente os coeficientes de cada polinômio calculado, lembrando que para cada propriedade, o polinômio será escrito na forma $f(T) = a_4T^4 + a_3T^3 + a_2T^2 + a_1T + a_0$.

Temperatura [K]	v [m²/s]	α [m²/s]	k [W/(m·K)]	Pr [adim]
200	7,59	10,3	18,1	0,737
250	11,44	15,9	22,3	0,720
300	15,89	22,5	26,3	0,707
350	20,92	29,9	30,0	0,700
400	26,41	38,3	33,8	0,690

QUESTÃO 7 (valor: 10).

Considere o seguinte sistema de equações lineares:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 4 \\ 3x_1 + 2x_3 - x_4 = 5 \\ x_2 - x_3 + 2x_4 = 13 \\ x_1 - x_3 - 5x_4 = -7 \end{cases}$$

Resolva-o no Excel empregando: inversão de matrizes e o solver. Apresentar, no caso de inversão de matrizes, a matriz inversa; e no caso do solver, os parâmetros adotados do solver. Ao utilizar o solver, apresentar ao menos o relatório de respostas.

QUESTÃO 8 (valor: 10).

Considere o seguinte sistema de equações não lineares

$$\begin{cases} \dfrac{x^2}{16} + \dfrac{y^2}{9} + \dfrac{z^2}{25} = 1 \\ 2x + 3y + 4z = 0 \\ 5x - 3y - 2z + 6 = 0 \end{cases}$$

Resolva-o no Excel empregando o Solver. Inicialmente, utilize como estimativa inicial $x = 1$, $y = 1$ e $z = 1$. Apresente o relatório de respostas para este caso. Caso a estimativa inicial seja modificada para $x = -1$, $y = -1$ e $z = -1$, a solução obtida se mantém? Apresente o relatório de respostas relativo a este novo caso.