

Exame de Ingresso ao PPG-EM - 2024/2º sem

Nome do Candidato:
R.G.:
Data:
Assinatura:

Instruções

- 1) O exame consta de 10 questões, sendo que o candidato deve escolher 5 questões para resolver. Caso o candidato responda a mais de 5 questões, serão consideradas as 5 primeiras questões respondidas na ordem de apresentação das questões no sistema da prova;
- 2) Todas as questões têm o mesmo valor (2,0 pontos para cada questão);
- 3) Não é permitida a consulta a qualquer tipo de material;
- 4) O uso de calculadoras eletrônicas simples (não-programáveis) é permitido;
- 5) Todas as respostas devem apresentar justificativas;
- 6) A duração do exame é de 3 horas.

Para uso exclusivo dos examinadores

NOTAS INDIVIDUAIS NAS QUESTÕES									
Q1		Q3		Q5		Q7		Q9	
Q2		Q4		Q6		Q8		Q10	

NOTA FINAL

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2024/2º sem

QUESTÃO 1: (Álgebra Linear)

Considere a matriz A :

$$A = \begin{bmatrix} 3 & -8 & 8 \\ 0 & 4 & -1 \\ 0 & 5 & -2 \end{bmatrix}.$$

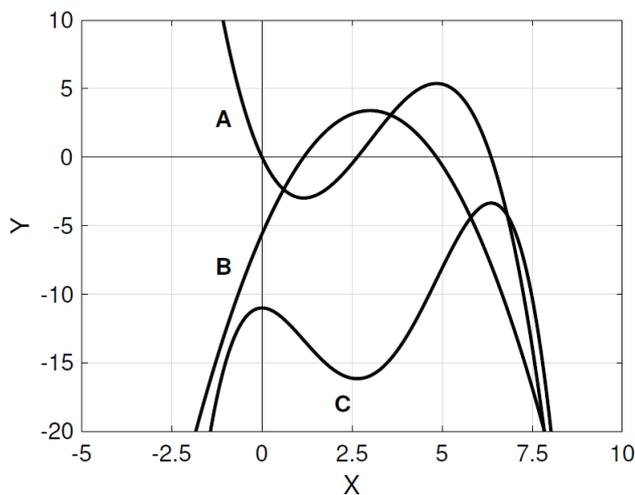
- a) Sabendo que um dos autovalores da matriz A é $\lambda_1 = 3$, determine os outros autovalores λ_2 e λ_3 .
- b) Sabendo que $|A| = -(n^2 + m^3)$, determine os valores de n e m , tal que $n, m \in \mathbb{N}^*$.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2024/2º sem

QUESTÃO 2: (Cálculo Diferencial e Integral)

a) A figura abaixo apresenta três curvas identificadas com as letras **A**, **B** e **C**. Identifique qual curva é $f(x)$, qual curva é $f'(x) = \frac{df}{dx}$ e qual curva é $f''(x) = \frac{d^2f}{dx^2}$.



b) As funções $y_1 = x^2$ e $y_2 = 4 - x^2$ delimitam uma região no espaço $x - y$. Calcule a área da região delimitada pelas funções.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2024/2º sem

QUESTÃO 3: (Computação)

Dado o código abaixo:

```
1 #include <stdio.h>
2
3 void swap(int *v, int a, int b)
4 {
5     int tmp = v[a];
6     v[a] = v[b];
7     v[b] = tmp;
8 }
9
10 void heapify(int *v, int n, int i)
11 {
12     int ref = i;
13     int left = 2 * i + 1;
14     int right = 2 * i + 2;
15
16     if (left < n && v[left] > v[ref])
17         ref = left;
18
19     if (right < n && v[right] > v[ref])
20         ref = right;
21
22     if (ref != i)
23     {
24         swap(v, i, ref);
25         heapify(v, n, ref);
26     }
27 }
28
29 void heapSort(int *v, int n)
30 {
31     for (int i = n / 2 - 1; i >= 0; i--)
32         heapify(v, n, i);
33
34     for (int i = n - 1; i > 0; i--)
35     {
36         swap(v, 0, i);
37         heapify(v, i, 0);
38     }
39 }
40
41 void printvec(int *v, int n)
42 {
43     for (int i = 0; i < n; i++)
44     {
45         printf("%d ", v[i]);
46     }
47     printf("\n");
48 }
49
50 int main()
51 {
52     int arr[] = {10, 14, 42, 5, 4, 3, 2, 1, 8};
53     int n = sizeof(arr) / sizeof(arr[0]);
54     heapSort(arr, n);
55     printf("Sorted array is:\n");
56     printvec(arr, n);
57 }
```

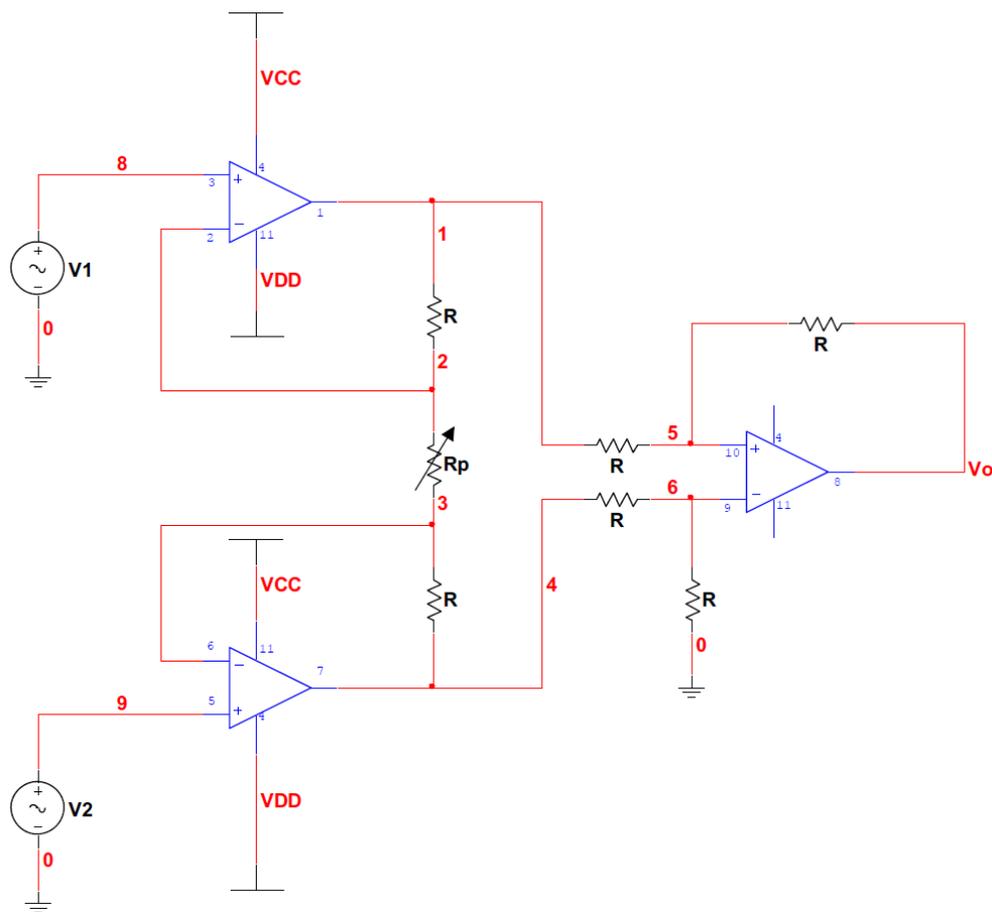
- a) O que é impresso na tela com a execução da função *main*?
- b) Quais modificações precisam ser feitas para inverter a ordem da ordenação?

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2024/2º sem

QUESTÃO 4: (Eletrônica)

O amplificador de instrumentação, mostrado na figura abaixo, fornece uma tensão de saída V_o com base na diferença entre duas entradas V_1 e V_2 , multiplicada por um fator de ganho. O ganho é ajustável por meio do potenciômetro R_p .



a) Determine a impedância de entrada do circuito, vista pelas fontes de tensão V_1 e V_2 , considerando os amplificadores operacionais como sendo ideais.

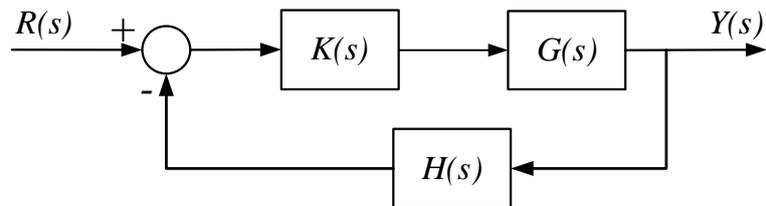
b) Determine a tensão de saída do circuito V_o com $R = 5 \text{ k}\Omega$ e $R_p = 500 \Omega$, como função da diferença de tensões de entrada V_1 e V_2 .

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2024/2º sem

QUESTÃO 5: (Controle)

Considerando a figura abaixo:



- a) Encontre a função transferência de malha fechada $Y(s)/R(s)$.
- b) Indique a faixa de ganhos K que tornam o sistema estável.

Dados: $K(s) = \frac{K}{s}$, $G(s) = \frac{1}{s+1}$ e $H(s) = 1$.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2024/2º sem

QUESTÃO 6: (Materiais)

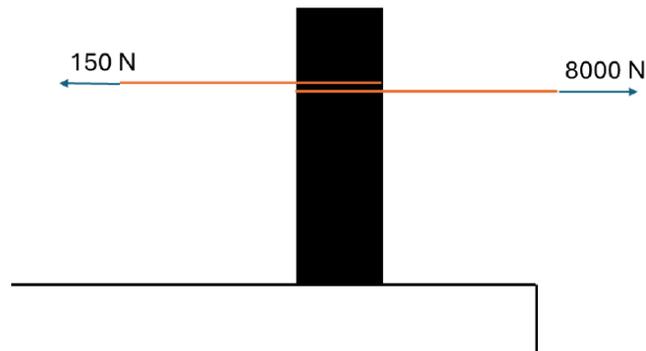
- a) Qual é a diferença entre a tensão de engenharia e a tensão verdadeira em um teste de tração?
- b) O teste de tração não é apropriado para materiais duros e frágeis, como a cerâmica. Qual é o teste comumente usado para determinar as propriedades de resistência de tais materiais?

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2024/2º sem

QUESTÃO 7: (Mecânica Geral)

Uma corda é enrolada com duas voltas em torno de um suporte. A tração em uma das extremidades da corda é de 8.000 N, e do outro lado, essa força é equilibrada com uma força de 150 N na iminência do deslizamento.



Determine:

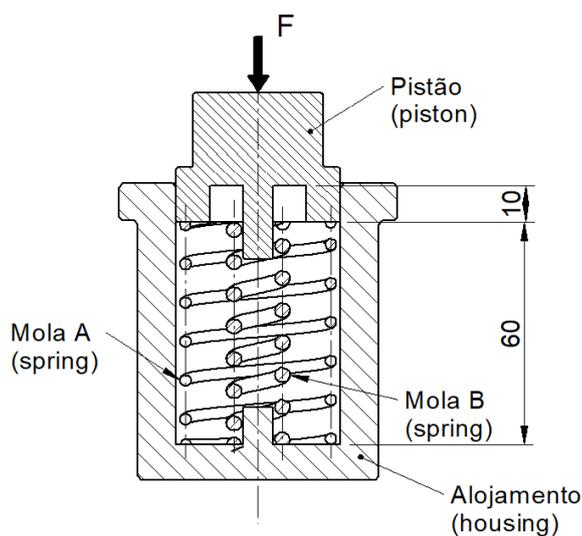
- O coeficiente de atrito entre a corda e o suporte.
- A força que equilibraria o carregamento de 8.000 N se a corda estivesse enrolada com três voltas em torno do suporte.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2024/2º sem

QUESTÃO 8: (Mecânica dos Sólidos)

Um sistema de aplicação de carga em dois estágios é composto por duas molas coaxiais como mostrado pela figura em corte abaixo. As duas molas apresentam mesmo comprimento inicial $L = 60\text{mm}$ (descarregadas) e pela deformação prevista estão dentro do regime elástico Hookeano.



Considerando o tubo de alojamento e o pistão rígidos:

- Qual é a força descarregada na mola A.
- Qual o deslocamento total do pistão quando aplicada uma força de 160N?

Considere a constante da mola A igual a 2 N/mm, a constante da mola B igual a 5 N/mm e o deslocamento para início da atuação da mola B igual a 10 mm.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2024/2º sem

QUESTÃO 9: (Termodinâmica)

Monóxido de carbono (CO) escoa de forma estacionária através de uma máquina térmica, entrando a 170 kPa e 17 °C ($u = 215,1$ kJ/kg, $h = 301,2$ kJ/kg), e saindo a 90 kPa e -7 °C ($u = 197,2$ kJ/kg, $h = 276,2$ kJ/kg). A velocidade de entrada é desprezível. A descarga do gás acontece num duto com uma seção transversal de 0,0070 m² e a uma velocidade de 50 m/s. Durante a passagem do CO pela máquina, calor é transferido para o gás numa taxa de 1,2 kJ/s.

Determine:

- (a) A potência fornecida pela máquina térmica, em kW.
(b) A vazão mássica utilizada na condição de operação descrita, em kg/s.

Considere que o CO se comporta como um gás ideal com $R = 297,0$ J/(kg*K).

Relações:

Conservação da Massa:

$$\frac{dm_{vc}}{dt} = \sum_e \dot{m}_e - \sum_s \dot{m}_s \text{ [m/s]}$$

Conservação da Energia:

$$\dot{Q}_{vc} = \frac{dE_{vc}}{dt} + \sum_s \dot{m}_s \left(h_s + \frac{V_s^2}{2} + gz_s \right) - \sum_e \dot{m}_e \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gz_e \right) + \dot{W}_{vc} \text{ [W]}$$

Equação de estado para um gás ideal: $Pv = RT$

Sendo: \dot{W} – Potência [W]; E – Energia total [J]; \dot{Q} – Taxa de Transferência de Calor [W]; \dot{m} – Vazão mássica [kg/s]; m – massa [kg]; T – temperatura [K]; t – tempo [s]; g – aceleração da gravidade [m/s²]; z – altura [m]; V – velocidade do fluido [m/s]; u – energia interna específica [J/kg]; h – entalpia específica [J/kg]; v – volume específico [m³/kg]; P – Pressão termodinâmica [Pa]; R – constante do gás (CO) [J/(kg*K)].

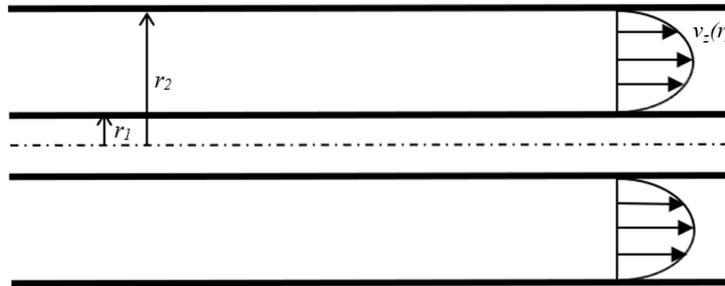
Subíndices: vc – volume de controle, s – saída, e – entrada.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2024/2º sem

QUESTÃO 10: (Mecânica dos Fluidos)

A partir da Equação de Navier-Stokes, obtenha uma equação diferencial ordinária (EDO) para a distribuição de velocidades, $v_z(r)$, do escoamento entre tubos horizontais e concêntricos (duto anular). Destaque as hipóteses simplificadoras e aponte condições de contorno. Não é necessário solucionar a EDO.



Equação de Navier-Stokes:

$$\rho \left(\frac{\partial v_z}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \frac{\partial v_z}{\partial \theta} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) =$$

$$= -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho g_z + \mu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_z}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right]$$

Justifique sua resposta.