

Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/1º 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 – 2025/1º sem

QUESTÃO 1: (Álgebra Linear)

Considere os vetores v_1, v_2 e v_3 abaixo:

$$v_1 = \begin{bmatrix} a \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad v_2 = \begin{bmatrix} b \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad v_3 = \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \\ 3 \end{bmatrix}.$$

a) Encontre valores de a e b tais que os vetores sejam linearmente dependentes, sendo:

$$a, b \in \mathbb{N}^*,$$

$$a < b.$$

b) Uma vez encontrados os valores de a e b , construa a matriz A :

$$A = [v_1 \quad v_2 \quad v_3]$$

e determine x tal que:

$$(AA^T + I_3) \cdot x = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ -1 \end{bmatrix},$$

sendo I_3 a matriz identidade.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM - 2025/1º sem

QUESTÃO 2: (Cálculo Diferencial e Integral)

a) Sabendo-se que:

$$g(x) = \text{sen}(e^{f(x)}), \quad g'(0) = \pi, \quad f(0) = \ln(\pi).$$

Determine o valor de $f'(0)$, sendo $f'(x) = \frac{df}{dx}$ e $g'(x) = \frac{dg}{dx}$.

b) Calcule o volume do sólido obtido pela rotação da curva $f(x) = \sqrt{x}$ ao redor do eixo x , no intervalo $x \in [0, 4]$.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/1º sem

QUESTÃO 3: (Computação)

Dado o código abaixo:

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int function(int *result, int n, int d) {
4      int index = 0;
5
6      while (n > 0) {
7          int x = (d + n - 1) / n;
8
9          result[index] = x;
10
11         n = n * x - d;
12         d = d * x;
13
14         index++;
15     }
16 }
17
18 int main() {
19     int num1 = 2;
20     int num2 = 3;
21     int result [2];
22
23     function(result, num1, num2);
24
25     for (int i = 0; i < 2; i++) {
26         printf("1/%d ", result[i]);
27     }
28
29     return 0;
30 }
```

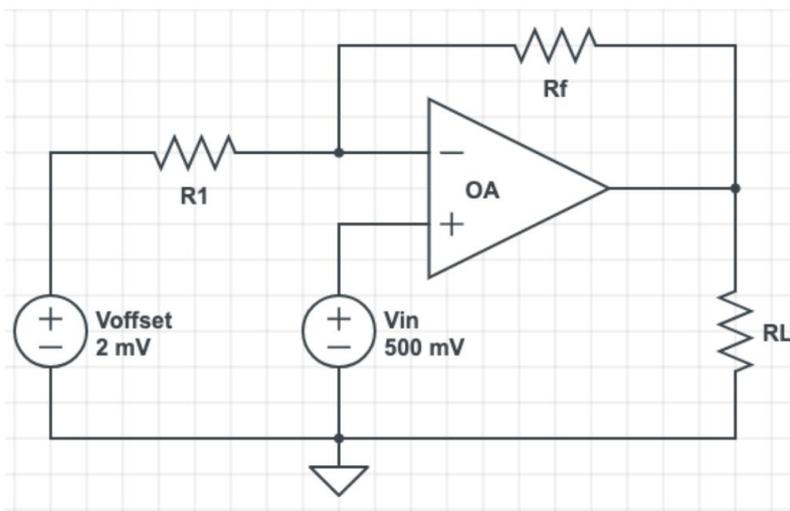
- O que é impresso na tela com a execução da função *main*? Identifique qual operação está sendo realizada.
- Escreva um código em C para recuperar o valor de *num1* e *num2* a partir do vetor *result*.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/1º sem

QUESTÃO 4: (Eletrônica)

Um amplificador operacional **não ideal** possui uma tensão de *offset* na entrada e uma resistência de entrada finita $R_{in} = 1\text{ M}\Omega$. O amplificador operacional é configurado como um amplificador não inversor, com um ganho de $G = 20\text{ V/V}$. A tensão de entrada é de $0,5\text{ V}$, e a tensão de *offset* de entrada é de 2 mV .



- a) Qual deve ser a razão R_f/R_1 tal que $G = 20\text{ V/V}$?
- b) Calcule a tensão de saída considerando o efeito da tensão de *offset* e da resistência de entrada finita. Considere $R_1 = 10\text{ k}\Omega$.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/1º sem

QUESTÃO 5: (Controle)

A função transferência de um sistema de malha fechada é:

$$T(s) = \frac{num(s)}{a_3s^3 + a_2s^2 + a_1s + a_0},$$

sendo que $a_3 > 0$, $a_2 > 0$, $a_1 > 0$ e $a_0 > 0$. Encontre a relação entre os coeficientes que garanta a estabilidade do sistema em malha fechada.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/1º sem

QUESTÃO 6: (Materiais)

a) O que é encruamento?

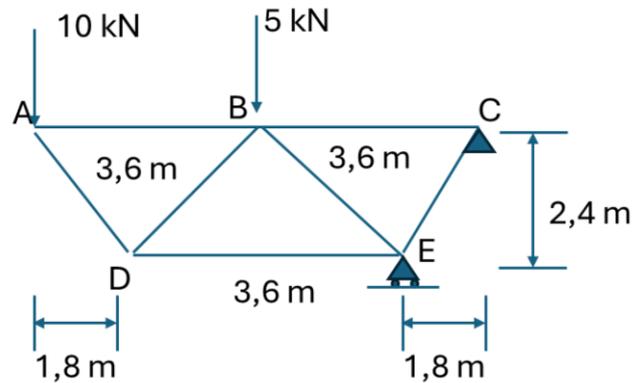
b) Como a mudança na área da seção transversal de um corpo de prova durante o teste de compressão difere de um corpo de prova durante o teste de tração?

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM - 2025/1º sem

QUESTÃO 7: (Mecânica Geral)

Determinar as componentes das forças atuantes no nó D e nó C da treliça abaixo.

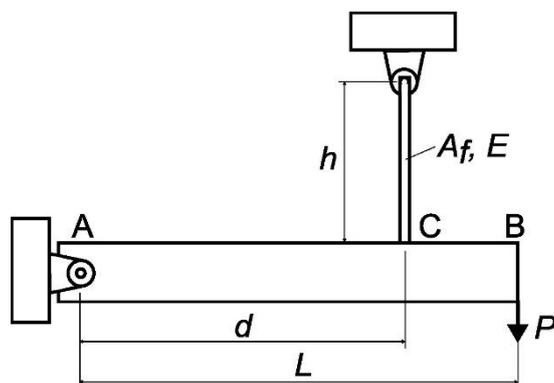


Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/1º sem

QUESTÃO 8: (Mecânica dos Sólidos)

Uma barra rígida AB de comprimento $L = 1,8$ m está articulada em A e sustentada por um fio vertical fixo no ponto C, com comprimento $h = 0,4$ m, área $A_f = 15$ mm² e módulo de elasticidade $E = 200$ GPa. A distância horizontal do ponto A até o ponto C é $d = 1,2$ m.



(a) Determine a tensão de tração no fio σ_c devido à carga $P = 900$ N agindo na extremidade B da barra.

(b) Encontre o deslocamento δ_B na extremidade B da barra.

Justifique sua resposta.

QUESTÃO 9: (Termodinâmica)

O dióxido de carbono (CO₂) escoava continuamente a uma taxa de 2,0 kg/min através de um dispositivo não isolado de um estado de 3 bar e 700 K para um estado de 1 bar e 650 K. A potência produzida pelo fluido é de 16,0 kJ/min. Assumindo que o CO₂ seja um gás ideal; que a temperatura atmosférica seja 27 °C; o calor específico a pressão constante do CO₂ não varia com a temperatura, sendo igual a $c_p = 1114 \text{ [J/(kg*K)]}$; e que constante do CO₂ é $R = 188,9 \text{ [J/(kg*K)]}$, determine:

a) A taxa de transferência de calor em kJ/s.

b) Se o processo é reversível, irreversível ou impossível. Justifique sua resposta. Sugere-se neste caso considerar a temperatura da superfície do volume de controle igual ao valor médio da temperatura do fluido entre a sua entrada e saída.

Relações: Conservação da Massa:

$$\frac{dm_{vc}}{dt} = \sum_j \dot{m}_e - \sum_j \dot{m}_s$$

Conservação da Energia:

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

Balço de Entropia:

$$\frac{dS_{vc}}{dt} = \sum_j \frac{\dot{Q}_j}{(T_{j,front})} + \sum_j \dot{m}_e (s_e) - \sum_j \dot{m}_s (s_s) + \dot{S}_{ger,vc}$$

Varição de Entropia: $s(T_2, p_2) - s(T_1, p_1) = c_p \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) - R \ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right)$

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]; h – entalpia específica [J/kg]; v – volume específico [m³/kg]; P – Pressão termodinâmica [Pa]; R – constante do gás (CO₂) [J/(kg*K)]; s – entropia específica [J/(kg*K)]; S – Entropia total [J/K]; c_p – calor específico a pressão constante [J/(kg*K)]; \dot{S} – taxa de geração de entropia [W/K].

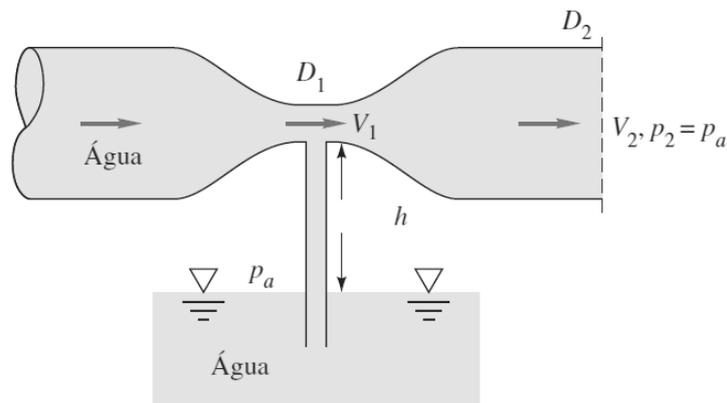
Subíndices: vc – volume de controle, s – saída, e – entrada, front – fronteira, ger – gerada.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/1º sem

QUESTÃO 10: (Mecânica dos Fluidos)

Um tubo convergente-divergente, chamado *venturi*, desenvolve um escoamento de baixa pressão na garganta capaz de aspirar fluido para cima de um reservatório, como na figura abaixo. Aplicando as equações de balanço na forma integral sem perdas, deduza uma expressão para a velocidade V_1 suficiente para começar a trazer fluido do reservatório para a garganta, dada a velocidade da saída V_2 do tubo, assim como os diâmetros na garganta e na saída (D_1 e D_2 , respectivamente) e a altura h entre o reservatório e a garganta.



Balanço de massa:

$$\frac{\partial}{\partial t} \iiint_{V.C.} \rho dV + \iint_{S.C.} \rho (\vec{V} \cdot \vec{n}) dA = 0$$

$$\dot{m} = \rho VA$$

Balanço de energia:

$$\frac{\partial}{\partial t} \iiint_{V.C.} \rho \left(e + \frac{p}{\rho} \right) dV + \iint_{S.C.} \rho \left(e + \frac{p}{\rho} \right) (\vec{V}_r \cdot \vec{n}) dA = \sum_i \dot{Q}_i - \dot{W}_{visc} - \sum_i \dot{W}_{e,i}$$

sendo: $e = u + \frac{v^2}{2} + gz$

Justifique sua resposta.