

Exame de Ingresso ao PPG-EM - 2023/2º 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 – 2023/2º sem

QUESTÃO 1: (Álgebra Linear)

Sabe-se que o determinante da matriz abaixo é:

$$\begin{vmatrix} 2 & a & b \\ c & d & 5 \\ e & -4 & f \end{vmatrix} = 50$$

Sendo assim, calcule:

a) $\begin{vmatrix} c & d & 5 \\ 2 & a & b \\ e & -4 & f \end{vmatrix}$

b) $\begin{vmatrix} 2 & a & b \\ -6 & -3a & -3b \\ e & -4 & f \end{vmatrix}$

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2023/2º sem

QUESTÃO 2: (Cálculo Diferencial e Integral)

a) A amplitude da vibração de um sistema massa-mola-amortecedor sujeito a uma excitação harmônica $F\sin(\Omega t)$ é dada por:

$$A = \frac{F/k}{\sqrt{(1-r^2)^2 + (2\zeta r)^2}}$$

Determine o valor de r em que a amplitude A é máxima.

b) Calcule a integral:

$$\int_0^{\pi} e^x \cos(x) dx$$

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2023/2º sem

QUESTÃO 3: (Computação)

Considere o código em Python apresentado após os itens a) e b) dessa questão.

- a) O que é exibido na tela com a execução da função **main**?
- b) O que seria exibido na tela se fossem inseridas as chamadas de função **query(raiz, 14)** e **query(raiz, 28)** nas linhas 105 e 106, respectivamente?

```
1 class No:
2     def __init__(self, data: int):
3         self.data = data
4         self.right_filho = None
5         self.left_filho = None
6
7 def insert(raiz: No, x: int) -> No:
8     if raiz is None:
9         return No(x)
10    elif x > raiz.data:
11        raiz.right_filho = insert(raiz.right_filho, x)
12    else:
13        raiz.left_filho = insert(raiz.left_filho, x)
14    return raiz
15
16 def search(raiz: No, x: int) -> No:
17     if (raiz is None) or (raiz.data == x):
18         return raiz
19     elif x > raiz.data:
20         return search(raiz.right_filho, x)
21     else:
22         return search(raiz.left_filho, x)
23
24 def find_minimum(raiz: No) -> No:
25     if raiz is None:
26         return None
27     elif raiz.left_filho is not None:
28         return find_minimum(raiz.left_filho)
29     return raiz
30
31 def apague(raiz: No, x: int) -> No:
32     if raiz is None:
33         return None
34
35     if x > raiz.data:
36         raiz.right_filho = apague(raiz.right_filho, x)
37     elif x < raiz.data:
38         raiz.left_filho = apague(raiz.left_filho, x)
39     else:
40         if (raiz.left_filho is None) and (raiz.right_filho is None):
41             raiz = None
42         elif (raiz.left_filho is None) or (raiz.right_filho is None):
43             temp = None
44             if raiz.left_filho is None:
45                 temp = raiz.right_filho
46             else:
47                 temp = raiz.left_filho
48             raiz = None
49             return temp
50         else:
51             temp = find_minimum(raiz.right_filho)
52             raiz.data = temp.data
53             raiz.right_filho = apague(raiz.right_filho, temp.data)
54
55     return raiz
56
57 def manipule(raiz: No) -> None:
58     if raiz is not None:
```

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2023/2º sem

QUESTÃO 3: (Computação)

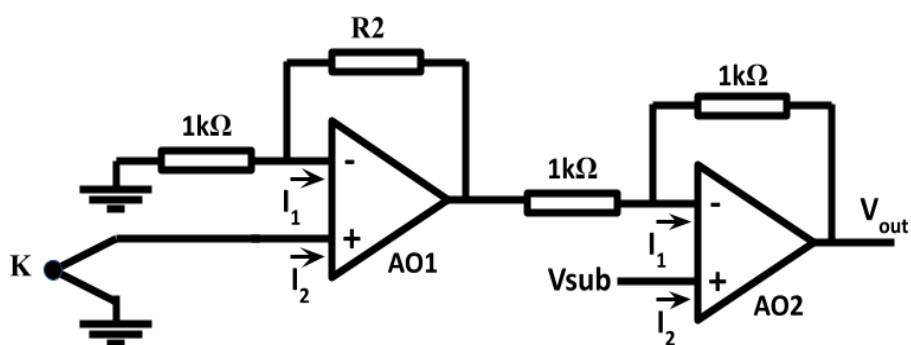
```
59     manipule(raiz.left_filho)
60     print(f" {raiz.data} ", end='')
61     manipule(raiz.right_filho)
62
63 def query(raiz: No, x: int) -> None:
64     if raiz is not None:
65         if raiz.data == x:
66             print(f"query {x}: ", end='')
67             if raiz.left_filho is not None:
68                 print(f" {raiz.left_filho.data} ", end='')
69             else:
70                 print(' 0 ', end='')
71             print(f" {raiz.data} ", end='')
72             if raiz.right_filho is not None:
73                 print(f" {raiz.right_filho.data} ", end='')
74             else:
75                 print(' 0 ', end='')
76             print("\n", end='')
77         else:
78             query(raiz.left_filho, x)
79             query(raiz.right_filho, x)
80
81 def main():
82     raiz = No(21)
83     raiz = insert(raiz, 6)
84     raiz = insert(raiz, 1)
85     raiz = insert(raiz, 13)
86     raiz = insert(raiz, 11)
87     raiz = insert(raiz, 7)
88     raiz = insert(raiz, 14)
89     raiz = insert(raiz, 28)
90     raiz = insert(raiz, 27)
91     raiz = insert(raiz, 42)
92     raiz = insert(raiz, 47)
93     raiz = insert(raiz, 50)
94     raiz = insert(raiz, 37)
95
96     manipule(raiz)
97     print("\n", end='')
98
99     raiz = apague(raiz, 13)
100    raiz = apague(raiz, 42)
101
102    manipule(raiz)
103    print("\n", end='')
104
105
106
107
108
109 if __name__ == "__main__":
110     main()
```

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2023/2º sem

QUESTÃO 4: (Eletrônica)

De acordo com o circuito apresentado, deve-se amplificar o sinal de um sensor termopar do tipo K e ajustar a tensão V_{out} , para a entrada de um conversor A/D, entre -5 V e 0 V. A faixa de temperaturas de interesse é entre 10 °C e 50 °C, na qual a faixa de variação de tensão do termopar é de 0,41 mV a 2,05 mV. Determine o valor de R_2 no primeiro estágio de amplificação e o valor do nível de tensão V_{sub} a ser subtraído no segundo estágio.

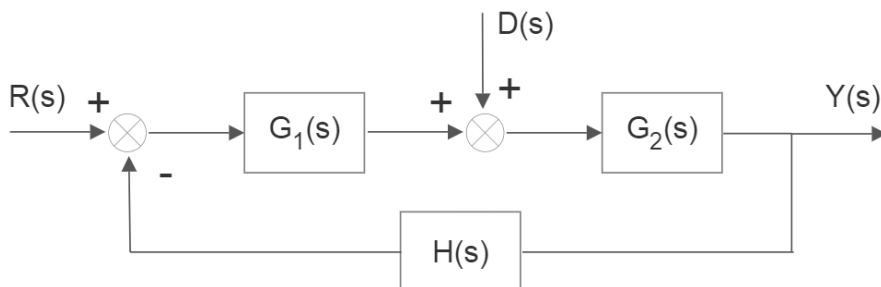


Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2023/2º sem

QUESTÃO 5: (Controle)

Um sistema em malha fechada apresenta o seguinte diagrama de blocos:



Sendo $Y(s)$ a saída do sistema, $R(s)$ a referência, $D(s)$ o distúrbio e $G_1(s)$, $G_2(s)$ e $H(s)$ funções transferências.

Descreva a saída $Y(s)$ em função das entradas $R(s)$ e $D(s)$.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2023/2º sem

QUESTÃO 6: (Materiais)

a) Desenhe, esquematicamente, o diagrama de tensão-deformação relativa para os seguintes materiais:

- 1) Ferro fundido;
- 2) Aço de baixo-carbono;
- 3) Alumínio.

Em cada diagrama, indique a tensão de ruptura, o limite de resistência, o limite de escoamento e o alongamento percentual.

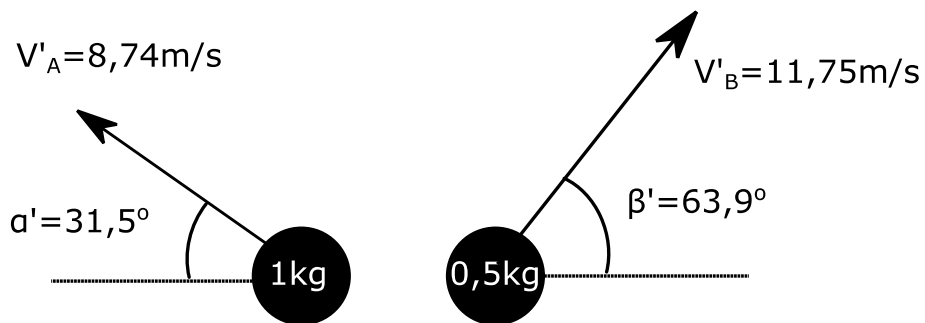
b) Dentre os materiais 1, 2 e 3 do item a), qual deles tem maior facilidade de ser conformado a frio? Qual deles tem a pior conformabilidade? Explique.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2023/2º sem

QUESTÃO 7: (Mecânica Geral)

Conhecendo as condições finais logo após o impacto entre duas esferas de massa $m_A = 1 \text{ kg}$ e $m_B = 0,5 \text{ kg}$ dadas pela figura a seguir, encontre as condições iniciais logo antes do impacto (velocidades, V_A e V_B , e ângulos, α e β), considerando um coeficiente de restituição $e = 0,9$.

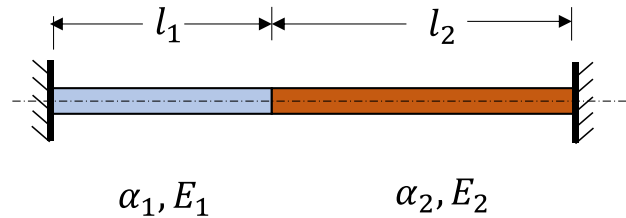


Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2023/2º sem

QUESTÃO 8: (Mecânica dos Sólidos)

Um tarugo de seção constante, fabricado com dois segmentos de diferentes metais, é apoiado entre duas paredes rígidas conforme a figura:



Calcule a força que um segmento faz sobre o outro quando a temperatura é aumentada ΔT °C.

Sendo: α – Coeficiente de dilatação linear; E – Módulo de elasticidade; l – Comprimento.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2023/2º sem

QUESTÃO 9: (Termodinâmica)

Ar entra num compressor de uma instalação de turbina a gás nas condições ambientes de 100 kPa e 25 °C com uma velocidade baixa e sai do compressor a uma pressão de 1MPa e uma temperatura de 347 °C, com uma velocidade de 90 m/s. O compressor é resfriado a uma taxa de 1500 kJ/min, fornecendo uma vazão mássica de ar comprimido igual a 0,75 kg/s e operando em regime estacionário. Determine:

(a) A potência fornecida ao compressor em kW.

(b) Considerando que se utiliza água para resfriar o compressor, determine a vazão mássica necessária de água para suprir a taxa de resfriamento dada, de forma que a variação da temperatura da água (entre entrada e saída) seja de 10 °C. Nesse caso a água escoo pelo lado externo do casco do compressor. Assuma o c_p da água constante e igual a 4179 J/(kg*K).

Considere que o ar se comporta como um gás ideal com as seguintes propriedades médias: ($R = 287,0$ J/(kg*K) e $c_p = 1,020$ kJ/(kg*K)).

Relações:

Conservação da Massa:

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

Conservação da Energia:

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

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/s^2]; z – altura [m]; V – velocidade do fluido [m/s]; h – entalpia específica [J/kg]; v – volume específico [m^3/kg]; P – Pressão termodinâmica [Pa]; R – Constante do gás (ar) [J/(kg*K)]; c_p – Calor específico a pressão constante [J/(kg*K)].

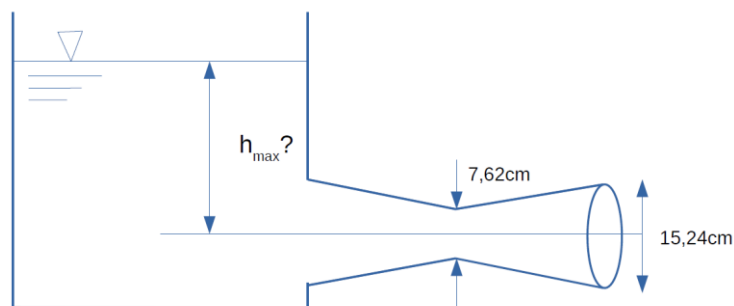
Subíndices: vc – volume de controle, s – saída, e - entrada.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2023/2º sem

QUESTÃO 10: (Mecânica dos Fluidos)

Considere um tanque de grandes proporções. Até que altura, h_{\max} , acima da linha de centro de um bocal convergente-divergente, através do qual um jato de água sai para a atmosfera, pode ser elevado o nível de água para que a pressão na garganta do bocal seja igual à pressão de vapor da água (3.447,38 Pa-abs)? Assuma pressão atmosférica de 101.353,00 Pa e despreze o cisalhamento. O que ocorreria se a superfície da água fosse elevada acima desse nível?



Dados: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Relações:

Conservação da massa: $V_1 A_1 = V_2 A_2$

Equação de Bernoulli:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + h_2$$

Sendo: V – velocidade [m/s]; A – área [m²]; p – pressão [Pa]; ρ – densidade [kg/m³]; g – aceleração da gravidade [m/s²]; h – altura [m].

Justifique sua resposta.