



**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

*Exame de Ingresso ao PPGEM – 19 de Novembro de 2014*

Nome do Candidato: \_\_\_\_\_

RG/Passaporte: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Indique, em ordem de preferência, as áreas de pesquisa de seu interesse (Controle & Automação, Energia & Fluidos ou Projeto & Fabricação).

1<sup>a</sup>: \_\_\_\_\_

2<sup>a</sup>: \_\_\_\_\_

3<sup>a</sup>: \_\_\_\_\_

**Instruções**

- 1) *O exame consta de 20 questões, sendo que o candidato deve escolher apenas 10 questões para resolver.* Caso o candidato resolva um número maior de questões, apenas as 10 primeiras serão consideradas.
- 2) Todas as questões têm o mesmo valor (1,0 ponto para cada questão resolvida)
- 3) As questões devem ser respondidas apenas no espaço reservado a elas, podendo ser utilizado o verso da página se necessário.
- 4) *Não é permitida* a consulta a livros ou apontamentos.
- 5) É permitido o uso de calculadoras eletrônicas *não programáveis*. *Não é permitido o uso de aplicativos de calculadora de celulares, smartphones, tablets e assemelhados.*
- 6) *Todas as folhas devem ser identificadas com o nome completo do candidato.*
- 7) A duração da prova é de 180 minutos (3 horas).

**Para uso dos Examinadores:**

Nota:

<i>Questões</i>							
<i>Q01</i>		<i>Q06</i>		<i>Q11</i>		<i>Q16</i>	
<i>Q02</i>		<i>Q07</i>		<i>Q12</i>		<i>Q17</i>	
<i>Q03</i>		<i>Q08</i>		<i>Q13</i>		<i>Q18</i>	
<i>Q04</i>		<i>Q09</i>		<i>Q14</i>		<i>Q19</i>	
<i>Q05</i>		<i>Q10</i>		<i>Q15</i>		<i>Q20</i>	

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

1ª Questão: (Álgebra Linear)

Calcule a matriz inversa  $(sI - A)^{-1}$ , sendo  $s$  uma variável escalar,  $I$  uma matriz identidade e

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

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

2ª Questão: (Álgebra Linear)

Calcule os autovalores e autovetores da matriz:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

3ª Questão: (Cálculo Diferencial e Integral)

Calcule o limite, se existir

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} x^x$$

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

4ª Questão: (Cálculo Diferencial e Integral)

Calcule o valor da integral

$$\int_0^{2\pi} x \sin x \, dx$$

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

**5ª Questão: (Controle)**

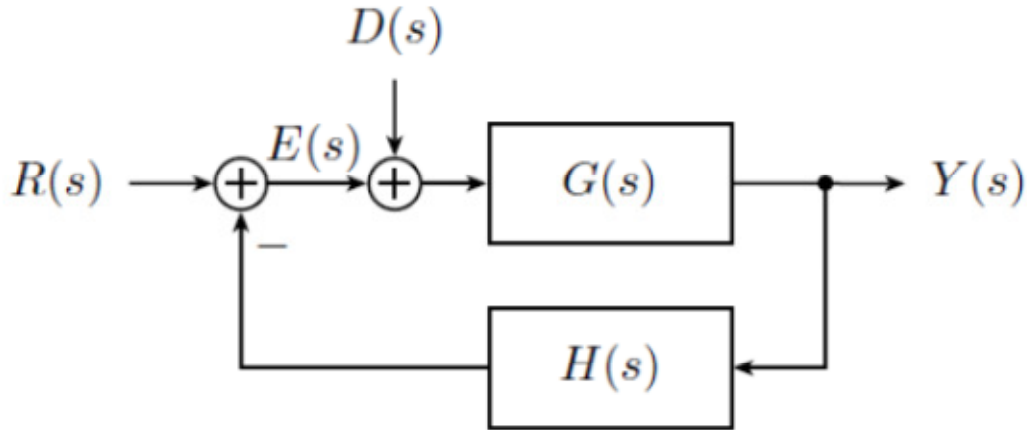
Considere que uma determinada função de transferência  $G(s)$  possui pólos:  $p_1 = -1$  e  $p_{2,3} = -2 \pm 1j$ , e um zero  $z = 3$ .

- a) Com as informações acima é possível determinar unicamente a função de transferência  $G(s)$ ?  
Argumente matematicamente.
- b) Se for acrescentada a informação que  $G(2) = -0.1$  é possível determinar  $G(s)$  unicamente?  
Argumente matematicamente.

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

6ª Questão: (Controle)

Um sistema de controle em malha fechada é ilustrado abaixo:



onde,

$$G(s) = \frac{A}{s(s+2)}$$

e

$$H(s) = (1 + K_t s)$$

Onde  $A, K_t > 0$ .

- Calcule a função de transferência que relaciona a saída  $Y(s)$  em função da referência  $R(s)$ .
- Admitindo que  $A, K_t > 0$  qual a condição para que o sistema em malha fechada seja estável ?

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

7ª Questão: (Computação)

Analise o trecho de código a seguir:

```
struct evento_t {
    double tempo;
    char descricao[50];
    int id_origem, id_destino;
    struct evento_t *prox;
} evento_t;

void insere_evento (evento_t **lista, evento_t **novoEvento) {

    *novoEvento->prox = NULL;

    if (*lista != NULL) {
        evento_t *auxiliar = *lista;
        while (*auxiliar->prox != NULL) {
            *auxiliar = *auxiliar->prox;
        }
    }

    *auxiliar->prox = *novoEvento;
}
```

a) Explique o significado deste código e seu funcionamento



Nome do candidato: \_\_\_\_\_

**8ª Questão: (Computação)**

Analise o código a seguir:

```
void operacaoComListas(int lista1[X, Y], int lista2[Y, Z], int resultado[X][Z]) {
    int i, j, k;

    for (i = 0; i < X * Z; i++) {
        *resultado = 0;
    }

    for (i = 0; i < X; i++) {
        for (k = 0; k < Z; k++) {
            for (j = 0; j < Y; j++) {
                resultado[i][k] += lista1[i][j] * lista2[j][k];
            }
        }
    }
}
```

a) Explique o funcionamento deste código

b) Dados:

$(X, Y, Z) = (3, 2, 2)$

lista1 = {2, 3, 1, 0, 4, 5}

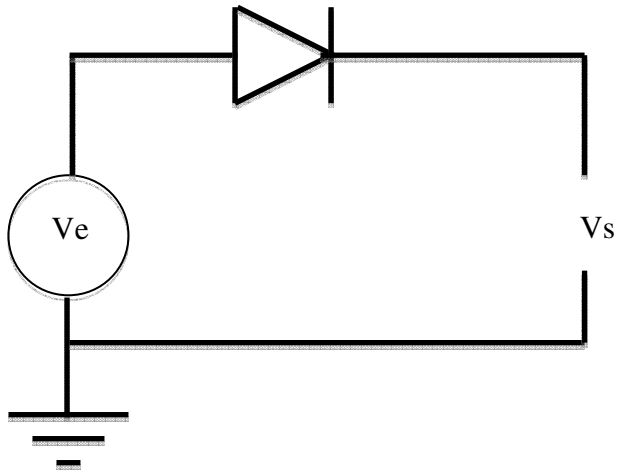
lista2 = {3, 1, 2, 4}

Qual o resultado gerado por este código?

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

**9ª Questão: (Eletrônica)**

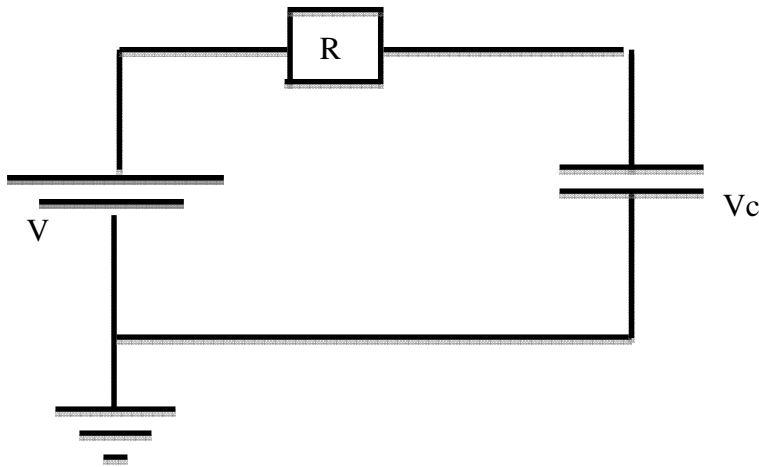
Considere o circuito abaixo, e suponha que  $V_e = 2 + 3 \cos(100 t)$  volts. Faça um esboço do gráfico de  $V_s$ , com valores de amplitude e tempo. Considere diodo ideal.



Nome do candidato: \_\_\_\_\_

10ª Questão: (Eletrônica)

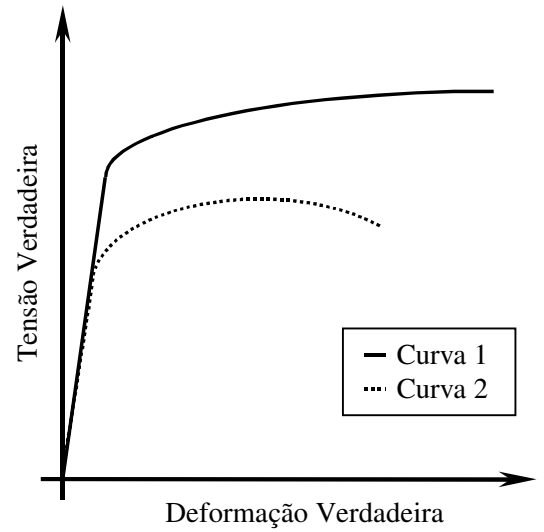
No circuito abaixo, explique o comportamento de  $V_c$  no tempo (se possível faça um esboço do gráfico) caso a fonte de tensão  $V$  imponha tensão zero até  $t=0$ , e passe para 10 volts a partir de  $t=0$ , supondo também que o capacitor está descarregado em  $t=0$ . Considere resistor  $R$  de 1000 ohms e capacitor  $C$  de 100 nano-Farads.



Nome do candidato: \_\_\_\_\_

11ª Questão: (Materiais)

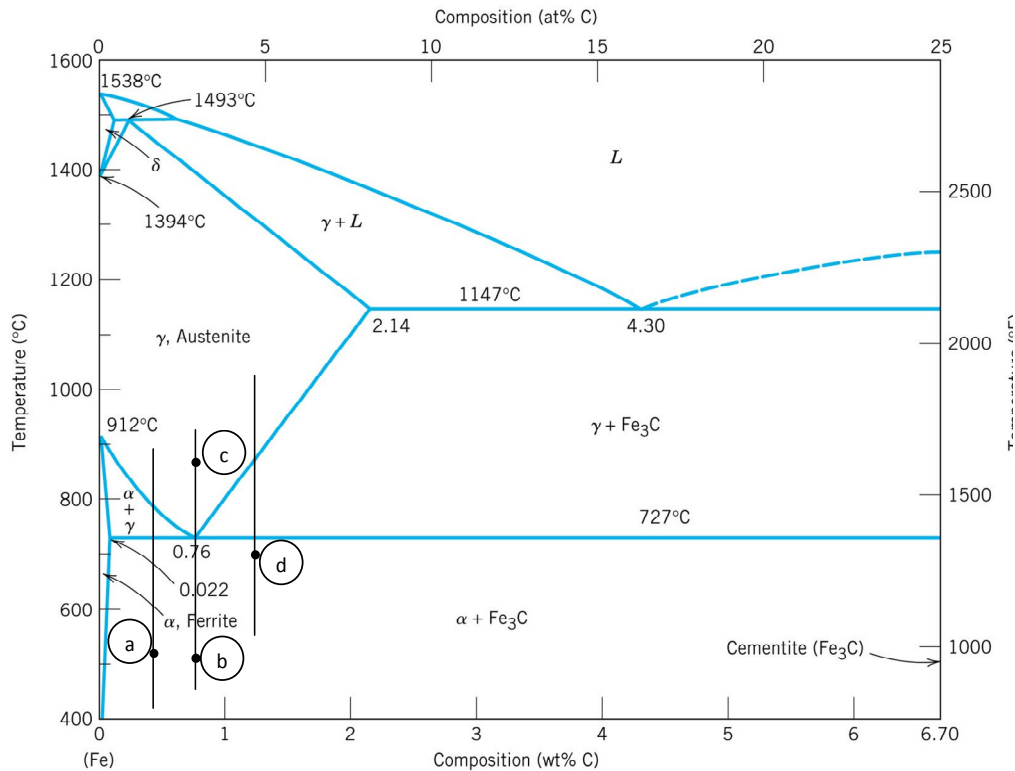
As curvas tensão-deformação esquematizadas ao lado foram obtidas a partir de corpos de prova retirados de uma mesma chapa de alumínio 2014. A curva 1 corresponde a um corpo de prova que foi ensaiado assim que a chapa foi recebida e a curva 2 corresponde a um corpo de prova que foi aquecido a aproximadamente 220 °C por 2 horas. Explique as diferenças entre as curvas com base em conceitos de mecanismos de endurecimento.



Nome do candidato: \_\_\_\_\_

**12ª Questão: (Materiais)**

Dado o diagrama de fases de equilíbrio Ferro-carbeto de ferro, abaixo, esquematize as microestruturas esperadas nos pontos “a”, “b”, “c” e “d”, indicando quais são os microconstituintes presentes nas microestruturas de cada caso



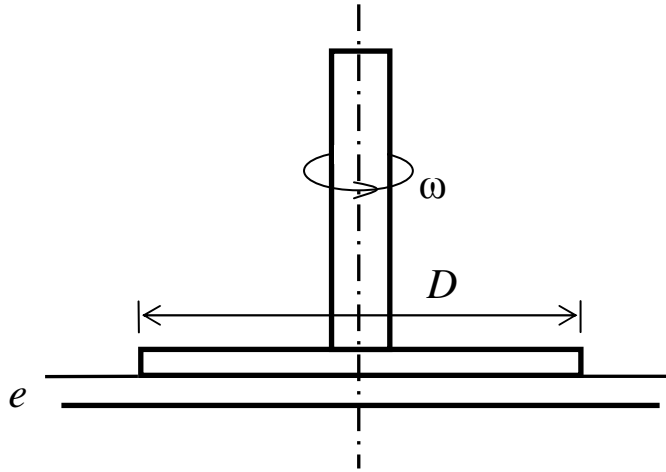
**FIGURE 9.21** The iron–iron carbide phase diagram. [Adapted from *Binary Alloy Phase Diagrams*, 2nd edition, Vol. 1, T. B. Massalski (Editor-in-Chief), 1990. Reprinted by permission of ASM International, Materials Park, OH.]

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

13ª Questão: (Mecânica dos Fluidos)

Um disco horizontal de diâmetro  $D$  gira a uma pequena distância  $e$  acima de uma superfície sólida, como mostrado na figura. Um óleo de massa específica  $\rho$  e viscosidade  $\mu$  preenche a lacuna entre a superfície e o disco. Considerando escoamento laminar e distribuição linear de velocidade através da camada de óleo, calcular o torque  $T$  necessário para girar o disco com uma velocidade angular  $\omega$ .

Lei de viscosidade de Newton:  $\tau = \mu \frac{du}{dy}$



Nome do candidato: \_\_\_\_\_

14ª Questão: (Mecânica dos Fluidos)

Uma máquina para remover neve com uma lâmina de largura  $L = 2,5\text{ m}$  move-se a uma velocidade  $U = 50\text{ km/h}$  retirando uma camada de neve de profundidade  $h = 0,8\text{ m}$ . O motorista da máquina enxerga que a neve deixa a lâmina na direção normal à do movimento da máquina. Que força  $F$  e que potência  $P$  a operação da máquina requer se a massa específica da neve é  $\rho = 90\text{ kg/m}^3$ ? Desprezar a variação da pressão com a profundidade da camada de neve.

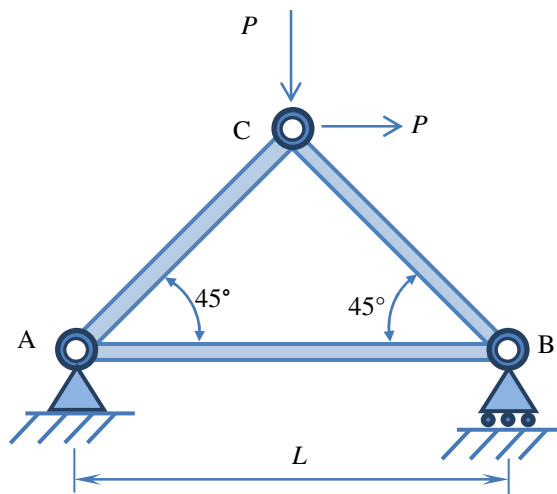
Conservação do momento linear, escoamento permanente:  $\sum F_{ext} = \int_A \rho V (\mathbf{V} \cdot \vec{n}) dA$

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

15ª Questão: (Mecânica dos Sólidos)

A treliça de três barras ABC mostrada na figura tem vão  $L = 3\text{m}$  e foi construída com tubos de aço de área de seção transversal  $A = 3900\text{ mm}^2$  e módulo de elasticidade  $E = 200\text{ GPa}$ . Cargas idênticas  $P$  atuam vertical e horizontalmente na junta C, como mostrado. Pede-se:

- a) Se  $P = 650\text{ kN}$ , qual é o deslocamento horizontal na junta B?
- b) Qual é o valor de carga máxima admissível ( $P_{\text{máx}}$ ) se o deslocamento na junta B é limitado a  $1,5\text{mm}$ ?



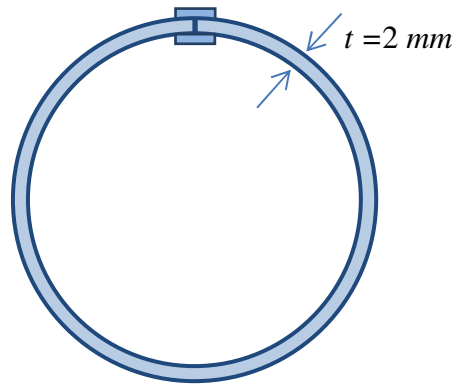


Nome do candidato: \_\_\_\_\_

16ª Questão: (Mecânica dos Sólidos)

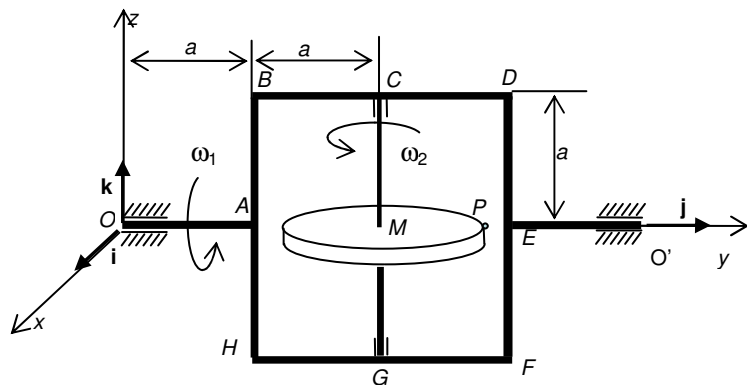
Uma tira fina de cobre duro ( $E = 113 \text{ GPa}$ ), com comprimento  $L = 3,5\text{m}$  e espessura  $t = 2\text{mm}$ , é flexionada na forma de um círculo e presa de forma que suas extremidades apenas se toquem (conforme indicado na figura). Pede-se:

- Calcular a tensão de flexão máxima na tira;
- Em que percentual a tensão máxima aumenta ou diminui quando a espessura da tira é aumentada em 1mm?



Nome do candidato: \_\_\_\_\_

17ª Questão: (Mecânica Geral)



Os eixos  $Oxyz$  indicados na figura são solidários à peça  $OABDEO'$ . O disco de raio  $R$ , conectado ao eixo  $CG$ , gira com velocidade angular  $\omega_2 \vec{k}$  ( $\omega_2$  constante) apoiado nos mancais  $C$  e  $G$  ligados ao aro quadrado  $ABDEFH$ . Este, por sua vez, gira com velocidade angular  $\omega_1 \vec{j}$  ( $\omega_1$  constante) em torno do eixo  $Oy$ , apoiado nos mancais  $O$  e  $O'$  fixos.

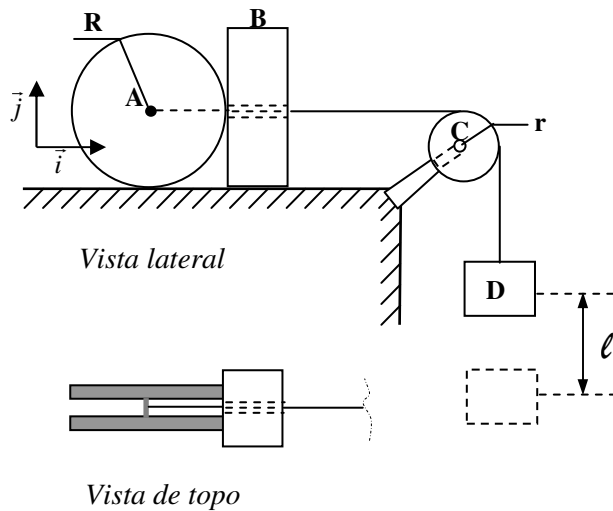
**Parte I.** Determine:

- (a) as velocidades relativa, de arrastamento e absoluta do ponto  $P$  do disco;
- (b) as acelerações relativa, de arrastamento, complementar e absoluta do ponto  $P$  do disco;
- (c) o vetor rotação absoluta do disco;
- (d) o vetor aceleração rotacional absoluta do disco;

**Parte II.** Supondo que uma formiga caminhe ao longo da periferia do disco descrevendo um movimento circular uniforme com velocidade angular  $\omega_f \vec{k}$ , determine a sua velocidade e aceleração absolutas no instante em que ela se situar sobre o ponto  $P$ .

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

**18ª Questão: (Mecânica Geral)**



Um carretel de massa  $m$  e raio de giração  $R$  é ligado a um bloco homogêneo  $D$  de massa  $M$  por meio de um cabo ideal passante por uma polia homogênea de massa  $m$  e raio  $r$ . Conforme indicado na figura, o cabo atravessa o interior de um bloco homogêneo  $B$  de massa  $M$  que se mantém em contato permanente e sem atrito com o carretel. O coeficiente de atrito entre as superfícies do plano horizontal e as superfícies do bloco e do carretel é  $\mu$ . Abandonando-se o bloco a partir do repouso, este adquire velocidade de módulo  $v$  (desconhecida) após percorrer a distância  $l$  (dada). Sabe-se que o movimento do carretel é de rolamento puro, que não há atrito no mancal em  $C$  e que não ocorre tombamento do bloco  $B$ . Nestas condições, pede-se, em função dos dados

do problema:

- construir o diagrama de corpo livre da polia, do carretel e dos blocos  $B$  e  $D$ ;
- obter a expressão da energia cinética do sistema em um instante  $t > 0$  qualquer.
- determinar velocidade  $v$  do bloco  $D$  após este ter percorrido a distância  $l$ .

**Dados:**

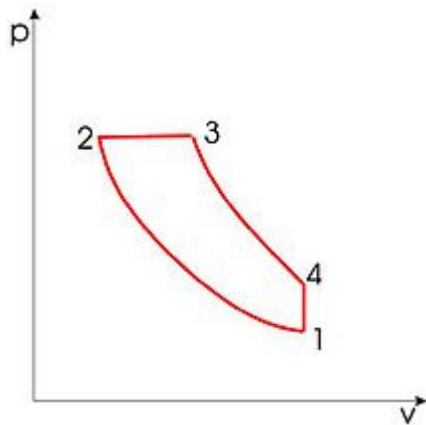
Momento de inércia baricêntrico do carretel relativo ao eixo  $z$  :  $J_{Az} = mR^2$

Momento de inércia baricêntrico da polia relativo ao eixo  $z$ :  $J_{Cz} = \frac{1}{2}mr^2$

Nome do candidato: \_\_\_\_\_

19ª Questão: (Termodinâmica)

A figura abaixo representa os processos termodinâmicos de um ciclo motor de pressão limitada (também chamado de ciclo Diesel), sendo o fluido trabalho considerado como gás ideal. Identifique, pelos pontos numerados na figura, os seguintes processos: a) fornecimento de calor ao gás; b) rejeição de calor do gás para a vizinhança; c) trabalho fornecido ao gás e d) trabalho realizado pelo gás.



Nome do candidato: \_\_\_\_\_

20ª Questão: (Termodinâmica)

Um ciclo de potência reversível consome  $Q_H$  de um reservatório à temperatura  $T_H$ , e rejeita  $Q_L$  para um reservatório à temperatura  $T_L$ . O trabalho produzido por este ciclo é usado para acionar uma bomba de calor reversível que remove  $Q_C$  de um reservatório à temperatura  $T_C$  e rejeita  $Q_P$  para um reservatório à temperatura  $T_P$ . Pede-se:

A – desenvolver uma expressão para a relação  $Q_P/Q_H$  em termos das temperaturas dos quatro reservatórios.

B – Qual deve ser a relação entre essas temperaturas para que  $Q_P/Q_H > 1$ .