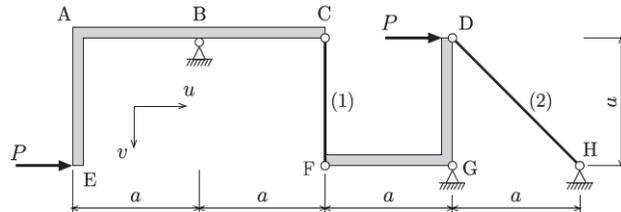


PEF-3201 – Resistência dos Materiais e Estática das Construções I

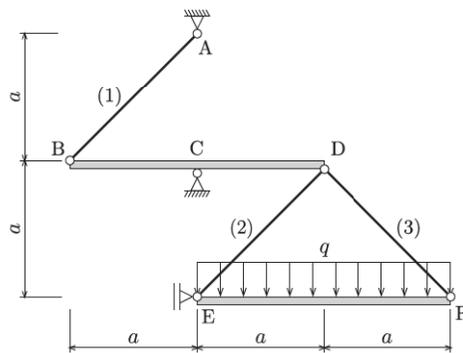
Questões de Prova Q1 – Tração e Compressão Simples.

1 Deformação por Força Normal

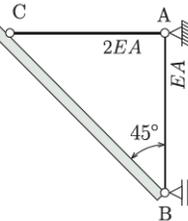
- Determine a componente horizontal e a componente vertical dos deslocamentos dos pontos C, D, e E da estrutura da figura. As peças em forma de “L” são infinitamente rígidas; as barras 1 e 2 têm área A e módulo de elasticidade E [94P1Q1].



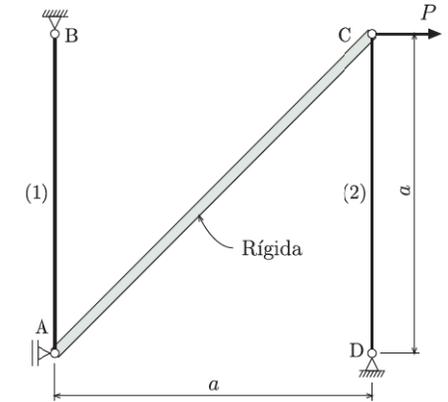
- Para a estrutura da figura, determine os deslocamentos u_D, v_D, u_E e v_E . As barras BCD e EF são rígidas; as barras AB, DE e DF têm produto de rigidez EA [99P1Q1].



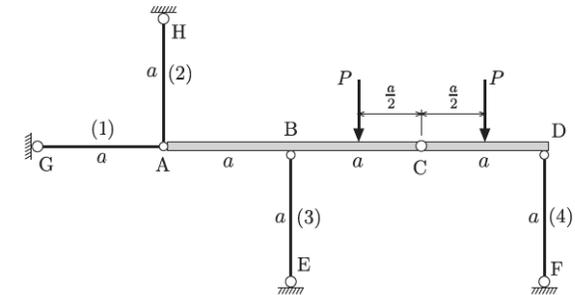
- Na estrutura ao lado, a barra AB tem produto de rigidez EA , a barra AC tem produto de rigidez $2EA$ e a barra BD é rígida. Calcule o deslocamento dos pontos C e D [00P1Q1].



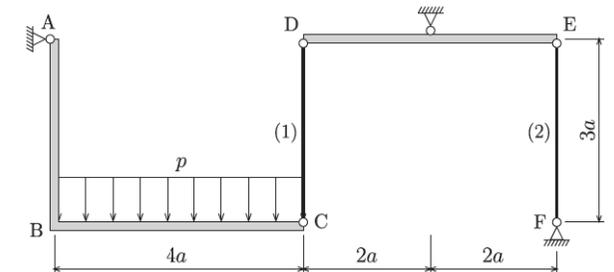
- Determine as forças normais nas barras 1 e 2, a reação de apoio em A e as componentes do deslocamento do nó C. A barra AC é indeformável e as outras duas barras possuem produto de rigidez EA [03P1Q1, gabr.].



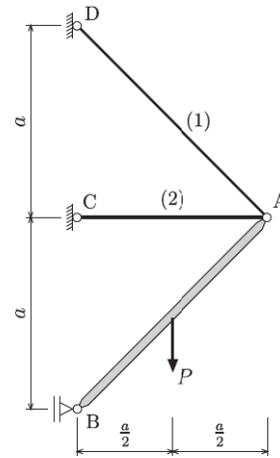
- Na estrutura da figura, as barras ABC e CD são indeformáveis, e as demais têm produto de rigidez EA . Determine as componentes vertical e horizontal do deslocamento da articulação C. [05P1Q1].



- Na estrutura da figura, as barras ABC e DE são rígidas; as barras CD e EF têm produto de rigidez EA . Determine as componentes vertical e horizontal do deslocamento do ponto C [11P1Q1, apost.].



7. Na estrutura da figura, a barra AB é rígida; as barras AC e AD têm produto de rigidez EA . Determine as componentes vertical e horizontal de deslocamento dos pontos A e B [12P1Q1, gabr.].



2 Estruturas Hiperestáticas

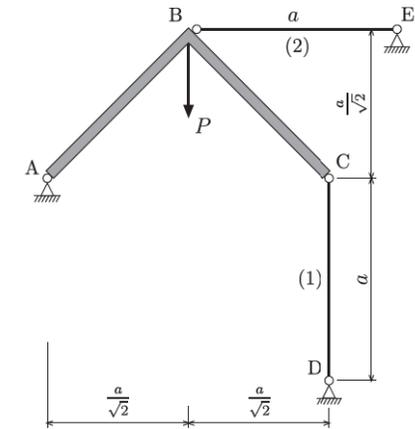
8. Para a estrutura da figura, submetida a um acréscimo de temperatura ΔT :

- calcule a tensão final no ponto P atuando no plano da seção transversal;
- calcule o deslocamento final do ponto P;
- trace os gráficos abaixo para caracterizar a evolução da resposta da estrutura quando o acréscimo de temperatura ΔT vai de zero a $\Delta \bar{T}$,
 - força normal *versus* acréscimo de temperatura ($N \times \Delta T$);
 - deslocamento de P *versus* acréscimo de temperatura ($u_P \times \Delta T$);
 - tensão em P *versus* deformação longitudinal nesse ponto ($\sigma_P \times \varepsilon_P$);

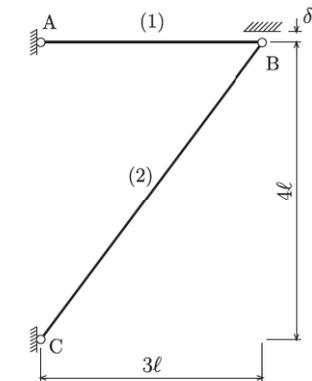


São dados: $l_1 = l_2 = 100 \text{ cm}$; $\delta = 0,1 \text{ cm}$; $A_1 = 5A_2 = 5 \text{ cm}^2$; $E_2 = 3E_1 = 21000 \text{ kN/cm}^2$; $\alpha_1 = 23 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; $\alpha_2 = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; $\Delta \bar{T} = 75^\circ\text{C}$ [93P1Q3].

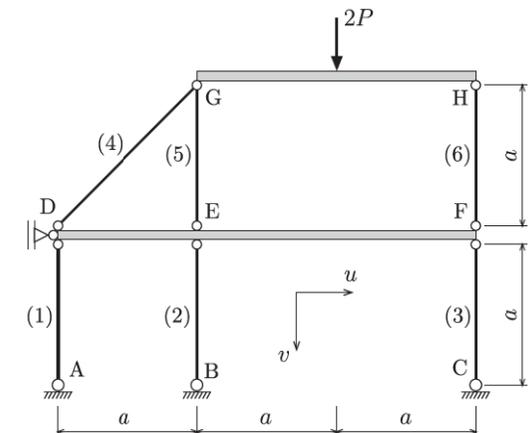
9. Considerando que ABC seja indeformável, pede-se determinar as forças normais nas barras 1 e 2 e o deslocamento do nó B (u_B, v_B). Estas barras possuem mesmo produto de rigidez EA [94P1Q2].



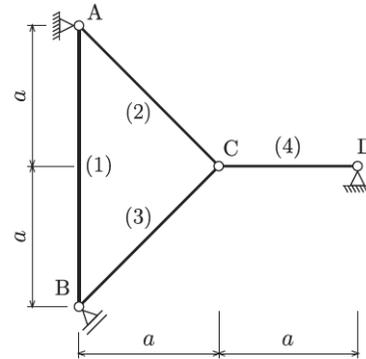
10. Na estrutura da figura, o nó B dista $\delta \ll \ell$ de um anteparo sem atrito. Calcule as tensões nas barras 1 e 2 quando se aplica à barra 2 uma variação de temperatura ΔT . As barras têm área de seção transversal A e são compostas de material com módulo de elasticidade E e coeficiente de dilatação térmica α . Dado: $\Delta T = \frac{6\delta}{25\alpha\ell}$. Obs: escreva as expressões das tensões em função de E, δ e ℓ [96P1Q2].



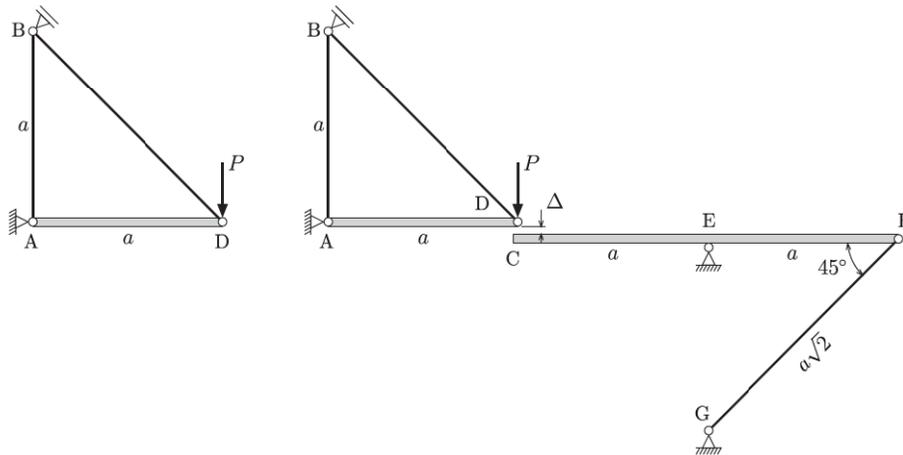
11. Determine as forças normais nas barras numeradas e o vetor deslocamento do nó H, por suas componentes u_H e v_H . Todas as barras numeradas têm produto de rigidez EA ; as barras GH e DEF são indeformáveis [96P1Q3].



12. Calcule as forças normais nas barras da estrutura da figura decorrentes de uma diminuição de temperatura ΔT na barra 4. Dados: E, A, a e α (coeficiente de dilatação térmica do material) [97P1Q1].



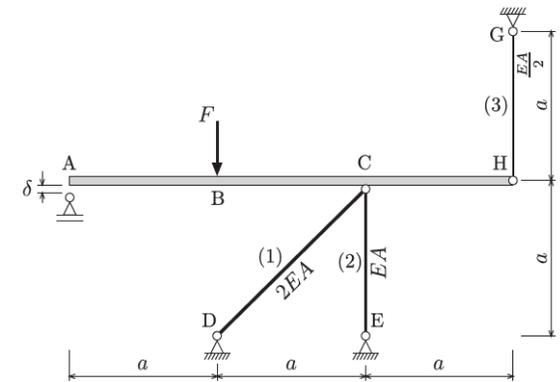
13. a) Determine o deslocamento v_D do ponto D da estrutura à esquerda na figura abaixo.
 b) Para a estrutura à direita, trace o gráfico $P \times v_D$ no intervalo $0 \leq P \leq 2P_0$ em que P_0 corresponde ao valor de P para o qual se dá o contato entre os pontos C e D. As barras AD e DEF são rígidas e as demais têm produto de rigidez EA [99PSQ1].



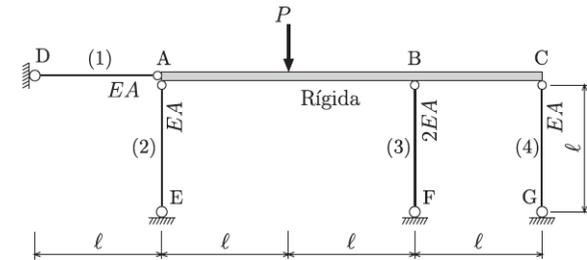
14. Na estrutura ao lado, o valor de F varia de 0 a P . Pede-se determinar:

- a) o valor de F para o qual a extremidade A encosta no apoio;
 b) as forças normais e as componentes do deslocamento do ponto H para a situação final em que $F = P$.

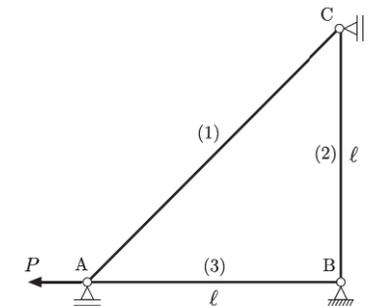
Considere a barra ABCH indeformável e $\delta = \frac{4Pa}{EA}$ [02P1Q2, gabr.].



15. Determine as forças normais nas barras de número 1 a 4, e os deslocamentos dos pontos A, B e C da estrutura. As barras 1, 2 e 4 têm produto de rigidez EA , a barra 3, $2EA$, e a barra ABC pode ser considerada rígida [04P1Q2, gabr.].



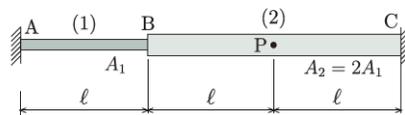
16. Determine as forças normais nas barras da treliça da figura, todas com produto de rigidez EA [11P1Q2].



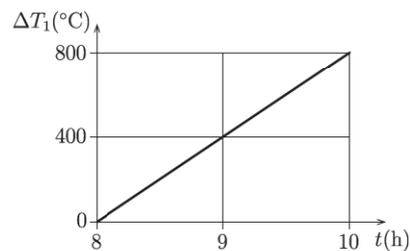
17. Das 8 h às 10 h da manhã de um determinado dia, o trecho 1 (trecho AB) da barra biengastada da Figura (a) sofre o acréscimo de temperatura indicado na Figura (b). Das 9 h às 10 h da manhã deste mesmo dia, o trecho 2 (trecho BC) desta barra sofre o acréscimo de temperatura indicado na Figura (c). Pedem-se:

- o gráfico $\sigma_P \times t$ da tensão normal no ponto P no intervalo de tempo $8 \text{ h} \leq t \leq 10 \text{ h}$;
- o gráfico $u_B \times t$ do deslocamento horizontal do ponto B no intervalo de tempo $8 \text{ h} \leq t \leq 10 \text{ h}$.

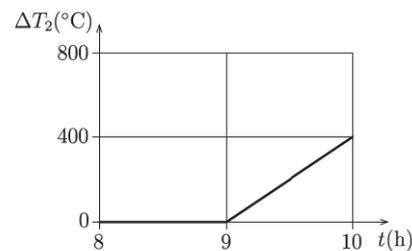
O material da barra ABC tem coeficiente de dilatação térmica $\alpha = 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e módulo de elasticidade $E = 20\,000 \text{ kN/cm}^2$. A seção transversal do trecho 1 tem área $A_1 = 10 \text{ cm}^2$ e a seção transversal do trecho 2 tem área $A_2 = 2A_1 = 20 \text{ cm}^2$. É dado: $\ell = 100 \text{ cm}$ [11P1Q3].



(a)



(b)

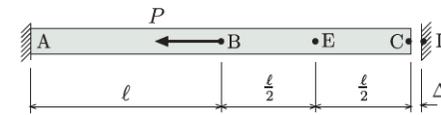


(c)

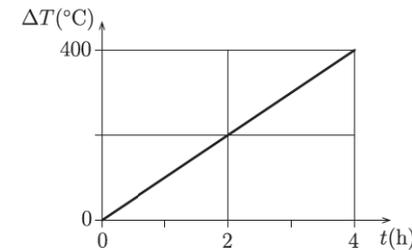
18. Das 0 h às 4 h de uma madrugada, a barra da Figura (a) sofre o acréscimo de temperatura linearmente variável com o tempo indicado na Figura (b). Das 2 h às 4 h, atua nesta barra uma força aplicada em B linearmente variável com o tempo indicada na Figura (c). Pedem-se:

- o gráfico $\sigma_E \times t$ da tensão normal no ponto E em função do tempo;
- o gráfico $u_B \times t$ do deslocamento horizontal do ponto B em função do tempo.

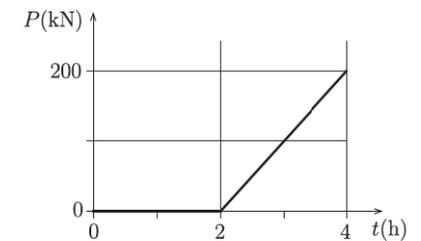
São dados: $\ell = 100 \text{ cm}$, $\Delta = 0,2 \text{ cm}$, $\alpha = 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, $E = 10\,000 \text{ kN/cm}^2$, $A = 20 \text{ cm}^2$ [12P1Q2, gabr.].



(a)

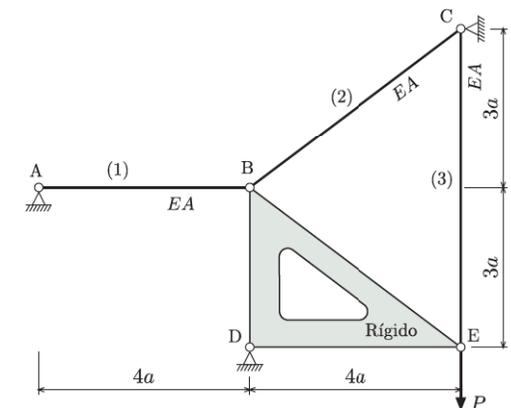


(b)



(c)

19. A chapa triangular rígida da figura tem uma articulação fixa em A, e é ligada às barras 1, 2 e 3, de rigidez EA , como indicado. Determine as forças normais nessas barras [12P1Q3, gabr.].



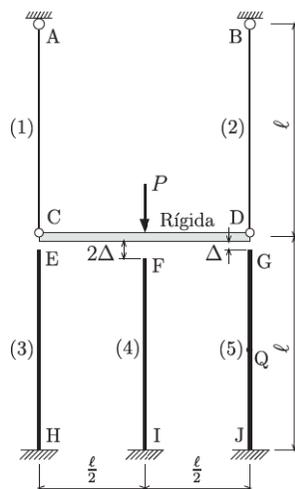
20. A força P aplicada na estrutura da figura varia de 0 a 1 600 kN. Para esta variação de P , trace os seguintes gráficos:

$$\sigma_1 \times P, \quad \sigma_3 \times P, \quad v_Q \times P.$$

sendo σ_1 e σ_3 as tensões normais nas barras 1 e 3, e v_Q o deslocamento vertical do ponto Q.

A barra CD é rígida, as barras 1 e 2 possuem produto de rigidez EA e as barras 3, 4 e 5 possuem produto de rigidez $2EA$. São dados: $\ell = 100$ cm, $\Delta = 0,1$ cm, $E = 10\,000$ kN/cm², $A = 10$ cm².

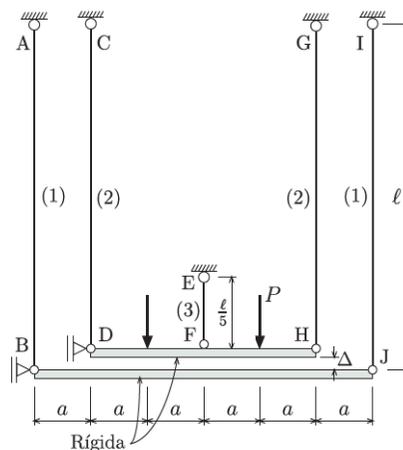
Antes de começar a resolução numérica da questão, explique de forma sucinta como é o comportamento físico desta estrutura e como você procederá para resolver a questão [14P1Q2, gabr.].



21. Na estrutura da figura, as barras DH e BJ são infinitamente rígidas. As barras 1 e 2 têm comprimento ℓ e a barra 3, comprimento $\ell/5$. As barras 1, 2 e 3 têm área A e seu material possui módulo de elasticidade E e tensão de ruptura à tração σ_{rt} . Trace os diagramas de

$$\sigma_1 \times P, \quad \sigma_2 \times P, \quad \sigma_3 \times P$$

quando P varia de 0 a 40 kN. São dados: $\ell = 100$ cm, $\Delta = 0,075$ cm, $E = 20\,000$ kN/cm², $A = 2$ cm², $\sigma_{rt} = 20$ kN/cm² [15P1Q3, gabr.].



Respostas Parciais

- $u_C = 0$; $v_C = -(1 +$

16. $N_1 = \frac{2-\sqrt{2}}{2}P = 0,29P$; $N_2 = \frac{1-\sqrt{2}}{2}P = -0,21P$; $N_3 = \frac{3-\sqrt{2}}{2}P = 0,79P$.
17. $\sigma_P \times t : (8, 0), (9, -20), (10, -80)[\text{h}, \text{kN}/\text{cm}^2]$;
 $u_B \times t : (8, 0), (9, 0,2), (10, 0)[\text{h}, \text{cm}]$.
18. $\sigma_E \times t : (0, 0), (1, 0), (2, -10), (4, -25)[\text{h}, \text{kN}/\text{cm}^2]$;
 $u_B \times t : (0, 0), (1, 0,1), (2, 0,1), (4, 0,05)[\text{h}, \text{cm}]$.
19. $N_1 = 0,4943P$; $N_2 = 0,4394P$; $N_3 = -0,3164P$.
20. $\sigma_1 \times P : (0, 0), (200, 10), (800, 20), (1600, 30)[\text{kN}, \text{kN}/\text{cm}^2]$;
 $\sigma_3 \times P : (0, 0), (200, 0), (800, -10), (1600, -20)[\text{kN}, \text{kN}/\text{cm}^2]$;
 $v_Q \times P : (0, 0), (200, 0), (800, 0,05), (1600, 0,1)[\text{kN}, \text{cm}]$.
21. $\sigma_1 \times P : (0, 0), (30, 0), (40, 2,5)[\text{kN}, \text{kN}/\text{cm}^2]$;
 $\sigma_2 \times P : (0, 0), (28, 4), (28, 14), (30, 15), (40, 17,5)[\text{kN}, \text{kN}/\text{cm}^2]$;
 $\sigma_3 \times P : (0, 0), (28, 20), (28, 0), (40, 0)[\text{kN}, \text{kN}/\text{cm}^2]$.