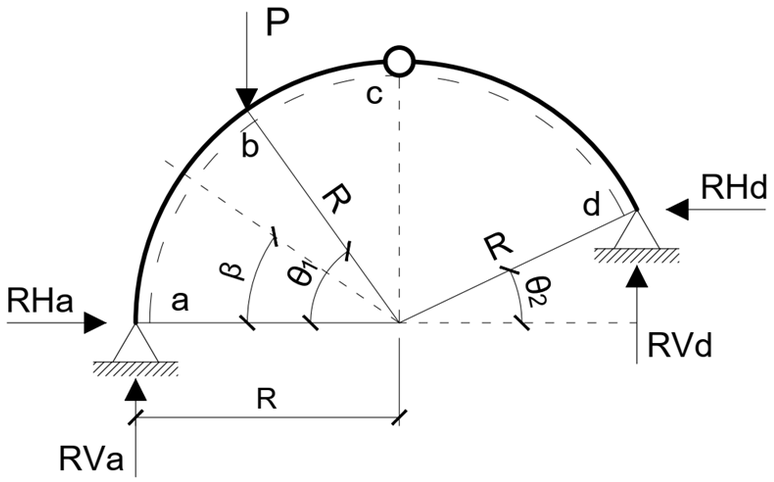
B2T4NB0506A

Considerando o modelo estrutural de arco setor circular esboçado ao lado, responda os questionamentos.



Dados:
R = D1 m (raio do arco)
θ1 = D2 ° (ângulo em graus que posiciona a carga P)
θ2 = D3 ° (ângulo em graus que posiciona o apoio "d")
P = D4 kN
- O ângulo β indicado é contato a partir do ponto "a";

SUGESTÃO: para calcular as reações, montar um sistema de 2 equações com 2 incógnitas a partir do somatório de momento nulo no ponto "c" olhando para a esquerda e somatório nulo de momentos no ponto "d".

$D1 := 6$ $D2 := 50$ $D3 := 10$ $D4 := 60$ $D5 := 0$

$R := D1\ \mathrm{m}$ $\theta 1 := D2\ °$ $\theta 2 := D3\ °$ $P := D4\ \mathrm{kN}$

Q01 – Qual o valor da reação de apoio vertical no ponto A [em kN e com positivo para cima]?
Q02 – Qual o valor da reação de apoio horizontal no ponto A [em kN e com positivo para esquerda]?
Q03 – Qual o valor do momento fletor para um ponto locado em β = 30° [em kNm e sinal conforme a convenção]?
Q04 – Qual o valor do esforço cortante para um ponto locado em β = 30° [em kN e sinal conforme a convenção]?
Q05 – Qual o valor do esforço axial para um ponto locado em β = 30° [em kN e sinal conforme a convenção]?
Q06 – Qual o valor do momento fletor para um ponto locado em β = 120° [em kNm e sinal conforme a convenção]?
Q07 – Qual o valor do esforço cortante para um ponto locado em β = 120° [em kN e sinal conforme a convenção]?
Q08 – Qual o valor do esforço axial para um ponto locado em β = 120° [em kN e sinal conforme a convenção]?

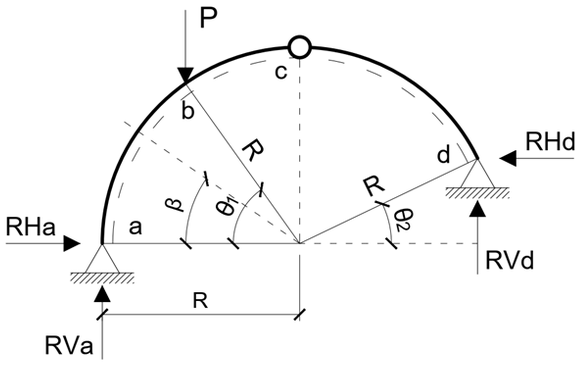
Reações de Apoio do Ponto A:

Altura do ponto "d": $Lv_ad := R \cdot \sin(\theta 2) = 1,042\ m$

Distância horizontal entre "c" e "d": $Lh_cd := R \cdot \cos(\theta 2) = 5,909\ m$

Distância horizontal entre "a" e "d": $Lh_ad := R + Lh_cd = 11,91\ m$

Distância horizontal entre "a" e "b": $Lh_ab := R - R \cdot \cos(\theta 1) = 2,143\ m$



ΣMc = 0 (+) horário - olhando para esquerda

RVa.R - RHa.R - P.R.cosθ1 = 0

ΣMd = 0 (+) horário - olhando para esquerda

RVa.Lh_ad - RHa.Lv_ad - P.(R.cosθ1 + Lh_cd) = 0

Montando um sistema de equações [A]{X} = {B}:

$$A := \begin{bmatrix} R & -R \\ Lh_ad & -Lv_ad \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6,000\ m & -6,000\ m \\ 11,91\ m & -1,042\ m \end{bmatrix}$$

$$B := \begin{bmatrix} P \cdot R \cdot \cos(\theta 1) \\ P \cdot (R \cdot \cos(\theta 1) + Lh_cd) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 231,4 \\ 585,9 \end{bmatrix}\ kN\ m$$

$$X := A^{-1} \cdot B = \begin{bmatrix} 50,22 \\ 11,65 \end{bmatrix}\ kN$$

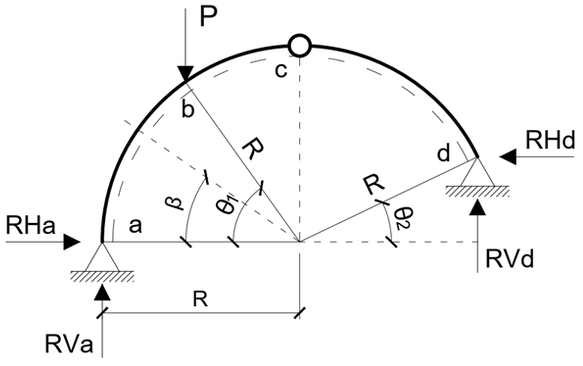
$RVa := X_{1\,1} = 50,22\ kN$ $RHa := X_{2\,1} = 11,65\ kN$

ΣFv = 0 (+) para cima RVa - P + RVd = 0 $RVd := P - RVa = 9,779\ kN$

ΣFh = 0 (+) para direita RHa - RHa = 0 $RHd := RHa = 11,65\ kN$

Equacionamento do Trecho "ab":

Equação e Momentos do Trecho "ab":



$$x := R - R \cdot \cos\left(\beta \cdot \frac{\pi}{180}\right) \qquad y := R \cdot \sin\left(\beta \cdot \frac{\pi}{180}\right)$$

$Mabh(\beta) := RVa \cdot x$

$Mabv(\beta) := -RHa \cdot y$

$Mab(\beta) := Mabh(\beta) + Mabv(\beta)$

$M30 := Mab(30) = 5,408\ kN\ m$

Equações e Cortantes e Axiais para o Trecho "ab":

$$\alpha(\beta) := \frac{\pi}{2} - \beta \cdot \frac{\pi}{180}$$

$FVab := RVa = 50,221\ kN$ $FHab := -RHa = -11,654\ kN$

$Vab(\beta) := FVab \cdot \cos(\alpha(\beta)) + FHab \cdot \sin(\alpha(\beta))$

$Vab(0) = -11,65\ kN$ $RHa = 11,65\ kN$

$Vab(50) = 30,98\ kN$

$Nab(\beta) := (-FVab) \cdot \sin(\alpha(\beta)) + FHab \cdot \cos(\alpha(\beta))$

$Nab(0) = -50,22\ kN$ $RVa = 50,22\ kN$

$Nab(50) = -41,21\ kN$

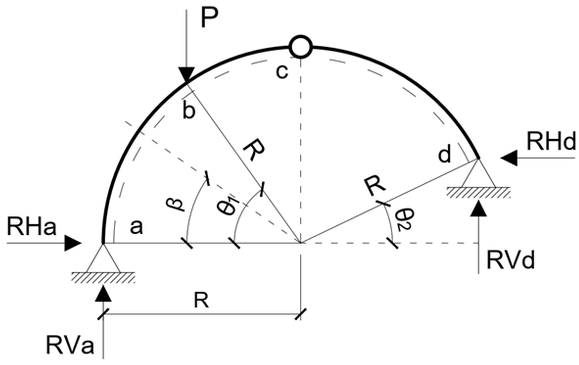
$V30 := Vab(30) = 15,02\ kN$

$N30 := Nab(30) = -49,32\ kN$

Equacionamento do Trecho "bd":

Equação e Momentos do Trecho "bd" (mantendo a origem no ponto "a"):

$x := R - R \cdot \cos\left(\beta \cdot \frac{\pi}{180}\right)$ $y := R \cdot \sin\left(\beta \cdot \frac{\pi}{180}\right)$



$Mbdh(\beta) := RVa \cdot x - P \cdot (x - Lh_ab)$

$Mbdv(\beta) := -RHa \cdot y$

$Mbd(\beta) := Mbdh(\beta) + Mbdv(\beta)$

$M110 := Mbd(110) = -15,85\ kN\ m$

$Mbd\left(\theta1 \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 54,07\ kN\ m$ $Mab\left(\theta1 \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 54,07\ kN\ m$

$Mbd(90) = 1,993 \cdot 10^{-12}\ kN\ m$ $M120 := Mbd(120) = -19,97\ kN\ m$

$Mbd\left(180 - \theta2 \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 1,702 \cdot 10^{-12}\ kN\ m$

Equações de Cortantes e Axiais para o Trecho "bd":

$\alpha(\beta) := \frac{\pi}{2} - \beta \cdot \frac{\pi}{180}$

$FVbd := RVa - P = -9,779\ kN$ $FHbd := -RHa = -11,65\ kN$

$Vbd(\beta) := FVbd \cdot \cos(\alpha(\beta)) + FHbd \cdot \sin(\alpha(\beta))$ $Vbd(90) = -9,779\ kN$ $RVd = 9,779\ kN$

$Vbd(160) = 7,607\ kN$

$Nbd(\beta) := (-FVbd) \cdot \sin(\alpha(\beta)) + FHbd \cdot \cos(\alpha(\beta))$ $Nbd(90) = -11,65\ kN$ $RHd = 11,65\ kN$

$Nbd(160) = -13,17\ kN$

$V120 := Vbd(120) = -2,642\ kN$

$N120 := Nbd(120) = -14,98\ kN$

Resultados:

$G01 := \frac{RVa}{kN} = 50,2212$ $R01 := V_1 = 53,97$ $N01 := gab(R01; G01) = 0$

$G02 := \frac{-RHa}{kN} = -11,6539$ $R02 := V_2 = 53,97$ $N02 := gab(R02; G02) = 0$

$G03 := \frac{M30}{kN\ m} = 5,4084$ $R03 := V_3 = 9999$ $N03 := gab(R03; G03) = 0$

$G04 := \frac{V30}{kN} = 15,018$ $R04 := V_4 = 9999$ $N04 := gab(R04; G04) = 0$

$G05 := \frac{N30}{kN} = -49,3198$ $R05 := V_5 = 9999$ $N05 := gab(R05; G05) = 0$

$G06 := \frac{M120}{kN\ m} = -19,9684$ $R06 := V_6 = 9999$ $N06 := gab(R06; G06) = 0$

$G07 := \frac{V120}{kN} = -2,6417$ $R07 := V_7 = 9999$ $N07 := gab(R07; G07) = 0$

$G08 := \frac{N120}{kN} = -14,982$ $R08 := V_8 = 9999$ $N08 := gab(R08; G08) = 0$

$G09 := \frac{0}{kN} = 0$ $R09 := V_9 = 9999$ $N09 := gab(R09; G09) = 0$

$G10 := \frac{0}{kN} = 0$ $R10 := V_{10} = 9999$ $N10 := gab(R10; G10) = 0$

$G11 := \frac{0}{kN} = 0$ $R11 := V_{11} = 9999$ $N11 := gab(R11; G11) = 0$

$G12 := \frac{0}{kN} = 0$ $R12 := V_{12} = 9999$ $N12 := gab(R12; G12) = 0$

$G13 := \frac{0}{kN} = 0$ $R13 := V_{13} = 9999$ $N13 := gab(R13; G13) = 0$

$G14 := \frac{0}{kN} = 0,0000$ $R14 := V_{14} = 9999$ $N14 := gab(R14; G14) = 0$

$G15 := \frac{0}{kN\ m} = 0,0000$ $R15 := V_{15} = 9999$ $N15 := gab(R15; G15) = 0$

$G16 := \frac{0}{kN\ m} = 0,0000$ $R16 := V_{16} = 9999$ $N16 := gab(R16; G16) = 0$

$Acertos := N01 + N02 + N03 + N04 + N05 + N06 + N07 + N08 + N09 + N10 + N11 + N12 + N13 + N14 + N15 + N16$

$Nota := Acertos \cdot peso = 0$