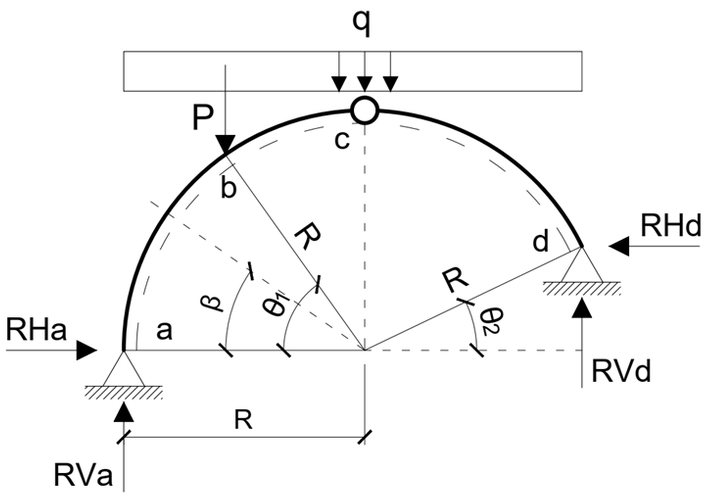
B2TARCOCIRC1

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")
q = D4 kN/m
P = D5 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".

$D1 = 6$ $D2 = 55$ $D3 = 20$ $D4 = 20$ $D5 = 30$

$R := D1\ \text{m}$ $\theta 1 := D2$ $\theta 2 := D3$ $q := D4\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $P := D5\ \text{kN}$

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]?

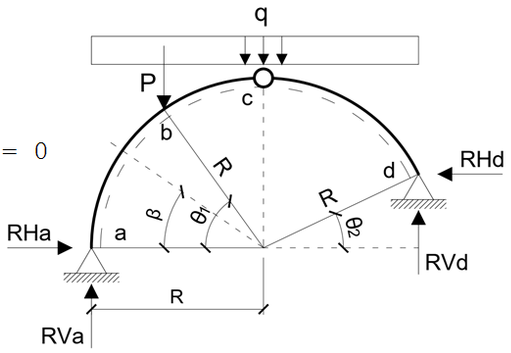
Reações de Apoio do Ponto A:

Altura do ponto "d": $Lv_ad := R \cdot \sin(\theta 2\ °) = 2,052\ m$

Distância horizontal entre "c" e "d": $Lh_cd := R \cdot \cos(\theta 2\ °) = 5,638\ m$

Distância horizontal entre "a" e "d": $Lh_ad := R + Lh_cd = 11,64\ m$

Distância horizontal entre "a" e "b": $Lh_ab := R - R \cdot \cos(\theta 1\ °) = 2,559\ m$



ΣMc = 0 (+) horário - olhando para esquerda

```
RVa.R - RHa.R - P.R.cosθ1 - q.R^2 /2 = 0
```

ΣMd = 0 (+) horário - olhando para esquerda

```
RVa.Lh_ad - RHa.Lv_ad - P.(R.cosθ1 + Lh_cd) - q.Lh_ad^2/2 = 0
```

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

$$A := \begin{bmatrix} R & -R \\ Lh_ad & -Lv_ad \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6,000\ m & -6,000\ m \\ 11,64\ m & -2,052\ m \end{bmatrix}$$

$$B := \begin{bmatrix} P \cdot R \cdot \cos(\theta 1\ °) + \frac{q \cdot R^2}{2} \\ P \cdot (R \cdot \cos(\theta 1\ °) + Lh_cd) + \frac{q \cdot Lh_ad^2}{2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 463,2 \\ 1627 \end{bmatrix} kN\ m$$

$X := A^{-1} \cdot B = \begin{bmatrix} 153,2 \\ 75,98 \end{bmatrix} kN$ $\quad RVa := X_{1\,1} = 153,2\ kN$ $\quad RHa := X_{2\,1} = 75,98\ kN$

ΣFv = 0 (+) para cima `RVa - P - q.Lh_ad + RVd = 0` $\quad RVd := P + q \cdot Lh_ad - RVa = 109,6\ kN$

ΣFh = 0 (+) para direita `RHa - RHa = 0` $\quad RHd := RHa = 75,98\ kN$

Equacionamento do Trecho "ab":

Equação e Momentos do Trecho "ab":

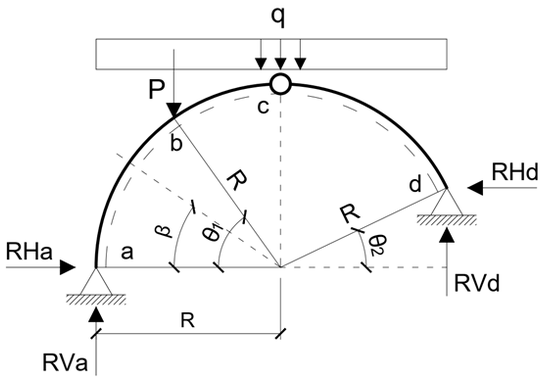
$x := R - R \cdot \cos(\beta\ °)$ $\quad y := R \cdot \sin(\beta\ °)$

$Mabh(\beta) := RVa \cdot x - \frac{q \cdot x^2}{2}$

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

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

$M30 := Mab(30) = -111,3\ kN\ m$



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

$\alpha(\beta) := 90\ ° - \beta\ °$ $\quad FVab(\beta) := RVa - q \cdot x$ $\quad FHab := -RHa = -75,976\ kN$

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

$Vab(0) = -75,98\ kN$ $\quad RHa = 75,98\ kN$

$Vab(50) = 35,67\ kN$

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

$Nab(0) = -153,2\ kN$ $\quad RVa = 153,2\ kN$

$Nab(50) = -129,1\ kN$

$V30 := Vab(30) = 2,756\ kN$

$N30 := Nab(30) = -156,7\ kN$

Equacionamento do Trecho "bd":

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

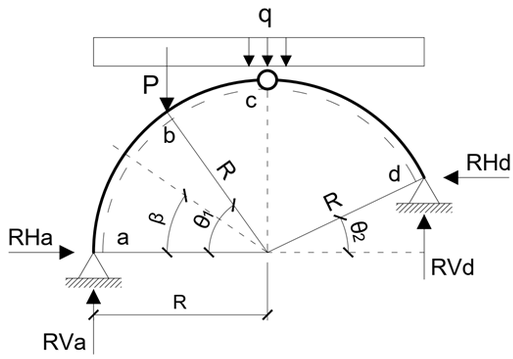
$x := R - R \cdot \cos(\beta\ °)$ $\quad y := R \cdot \sin(\beta\ °)$

$Mbdh(\beta) := RVa \cdot x - P \cdot (x - Lh_ab) - \frac{q \cdot x^2}{2}$

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

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

$M110 := Mbd(110) = -8,089\ kN\ m$



$Mbd(\theta 1) = -46,95\ kN\ m$ $\quad Mab(\theta 1) = -46,95\ kN\ m$

$Mbd(90) = -1,337 \cdot 10^{-12}\ kN\ m$ $\quad M120 := Mbd(120) = -19,38\ kN\ m$

$Mbd(180 - \theta 2) = -6,056 \cdot 10^{-12}\ kN\ m$

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

$\alpha(\beta) := 90\ ° - \beta\ °$ $\quad FVbd(\beta) := RVa - P - q \cdot x$ $\quad FHbd := -RHa = -75,98\ kN$

$Vbd(\beta) := FVbd(\beta) \cdot \cos(\alpha(\beta)) + FHbd \cdot \sin(\alpha(\beta))$ $\quad Vbd(90) = 3,183\ kN$ $\quad RVd = 109,6\ kN$

$Vbd(160) = 33,92\ kN$

$Nbd(\beta) := (-FVbd(\beta)) \cdot \sin(\alpha(\beta)) + FHbd \cdot \cos(\alpha(\beta))$ $\quad Nbd(90) = -75,98\ kN$ $\quad RHd = 75,98\ kN$

$Nbd(160) = -129,0\ kN$

$V120 := Vbd(120) = -11,22\ kN$

$N120 := Nbd(120) = -94,21\ kN$

Resultados:

$G01 := \frac{RVa}{kN} = 153,1829$ $R01 := V_1 = 47,782$ $N01 := gab(R01; G01) = 0$

$G02 := \frac{-RHa}{kN} = -75,9756$ $R02 := V_2 = 29,425$ $N02 := gab(R02; G02) = 0$

$G03 := \frac{M30}{kN\ m} = -111,2528$ $R03 := V_3 = 160,54$ $N03 := gab(R03; G03) = 0$

$G04 := \frac{V30}{kN} = 2,7562$ $R04 := V_4 = 160,47$ $N04 := gab(R04; G04) = 0$

$G05 := \frac{N30}{kN} = -156,725$ $R05 := V_5 = -160,47$ $N05 := gab(R05; G05) = 1$

$G06 := \frac{M120}{kN\ m} = -19,3786$ $R06 := V_6 = -296,9$ $N06 := gab(R06; G06) = 0$

$G07 := \frac{V120}{kN} = -11,2173$ $R07 := V_7 = -3,4512$ $N07 := gab(R07; G07) = 0$

$G08 := \frac{N120}{kN} = -94,2053$ $R08 := V_8 = 3,4512$ $N08 := gab(R08; G08) = 0$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$Nota := Acertos \cdot peso = 0,0375$