B2T4M0518A

Considerando o modelo estrutural esboçado, responda os questionamentos.

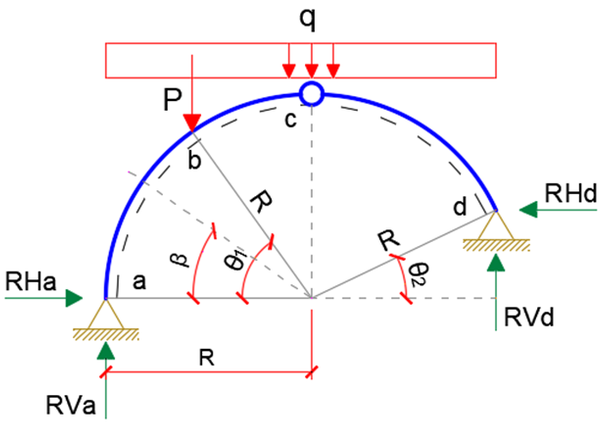
$R := 5\ \text{m}$

$\theta 1 := 50\ °$

$\theta 2 := 20\ °$

$P := 50\ \text{kN}$

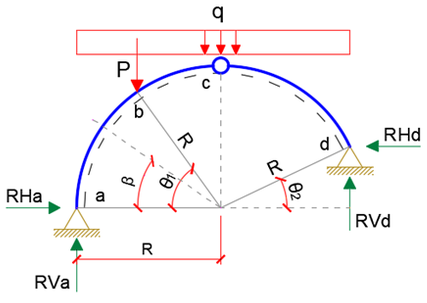
$q := 20\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}$



OBS: Todas as respostas devem ser dadas com sinal respeitando a convenção de diagramas
Q01) Qual o valor do esforço cortante à esquerda do ponto "b" ? [em kN]
Q02) Qual o valor do esforço axial à esquerda do ponto "b"? [em kN]
Q03) Qual o valor do esforço cortante à direira do ponto "b"? [em kN]
Q04) Qual o valor do esforço axial à direira do ponto "b"? [em kN]
Q05) Qual o valor do momento fletor em β = 30°? [em kNm]
Q06) Qual o valor do momento fletor em β = 110°? [em kNm]

DICA : Manter a origem do sistema sempre no ponto "a" - não reiniciar a origem para cada trecho de análise.

Reações de Apoio:

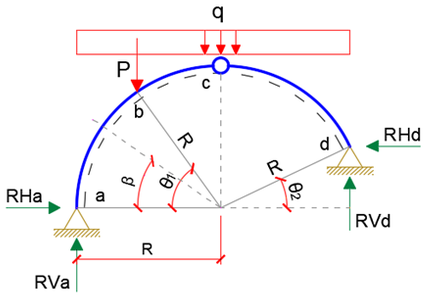


É necessário montar um sistema de equações lineares (2 equações para 2 incógnitas) de modo a poder calcular as reações de apoio.

ΣMd = 0 (+) giro horário $R = 5\ \text{m}$

$$RVa \cdot \left(R + R \cdot \cos\left(\theta 2\right)\right) - RHa \cdot R \cdot \sin\left(\theta 2\right) - q \cdot \frac{\left(R + R \cdot \cos\left(\theta 2\right)\right)^2}{2} - P \cdot \left(R \cdot \cos\left(\theta 1\right) + R \cdot \cos\left(\theta 2\right)\right) = 0$$

$$RVa \cdot \left(R + R \cdot \cos\left(\theta 2\right)\right) - RHa \cdot R \cdot \sin\left(\theta 2\right) = q \cdot \frac{\left(R + R \cdot \cos\left(\theta 2\right)\right)^2}{2} + P \cdot \left(R \cdot \cos\left(\theta 1\right) + R \cdot \cos\left(\theta 2\right)\right) \quad \text{Equação 1}$$



ΣMc = 0 (+) giro horário (olhando para "a")

$$RVa \cdot R - RHa \cdot R - q \cdot \frac{R^2}{2} - P \cdot R \cdot \cos(\theta 1) = 0$$

$$RVa \cdot R - RHa \cdot R = q \cdot \frac{R^2}{2} + P \cdot R \cdot \cos(\theta 1)$$ Equação 2

$$RVa \cdot (R + R \cdot \cos(\theta 2)) - RHa \cdot R \cdot \sin(\theta 2) = q \cdot \frac{(R + R \cdot \cos(\theta 2))^2}{2} + P \cdot (R \cdot \cos(\theta 1) + R \cdot \cos(\theta 2))$$ Equação 1

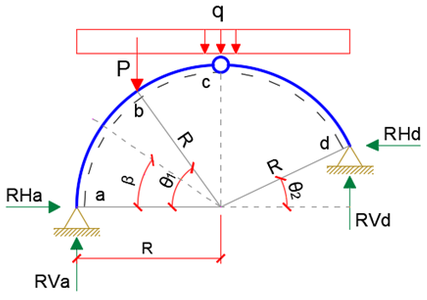
Sistema Linear Matricial [A] . { X } = { B } { X } = [A]^-1 . { B }

$$A := \begin{bmatrix} R & -R \\ R + R \cdot \cos(\theta 2) & -R \cdot \sin(\theta 2) \end{bmatrix} \qquad B := \begin{bmatrix} q \cdot \frac{R^2}{2} + P \cdot R \cdot \cos(\theta 1) \\ q \cdot \frac{(R + R \cdot \cos(\theta 2))^2}{2} + P \cdot (R \cdot \cos(\theta 1) + R \cdot \cos(\theta 2)) \end{bmatrix}$$

$$X := A^{-1} \cdot B = \begin{bmatrix} 149,6872 \\ 67,5478 \end{bmatrix} \text{ kN}$$

$$RVa := X_1 = 149,6872 \text{ kN}$$

$$RHa := X_2 = 67,5478 \text{ kN}$$



ΣFh = 0 (+) para direita

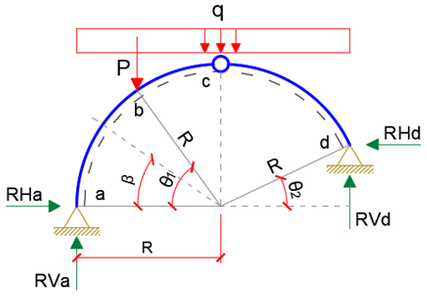
$$RHa - RHd = 0 \qquad RHd := RHa = 67,5478 \text{ kN}$$

ΣFv = 0 (+) para cima

$$RVd + RVa - P - q \cdot (R + R \cdot \cos(\theta 2)) = 0$$

$$RVd := -RVa + P + q \cdot (R + R \cdot \cos(\theta 2)) = 94,2821 \text{ kN}$$

Equacionamento dos Esforços:



Devido a carga P concentrada ser um ponto de singularidade, não é possível fazer equações de esforços internos (M, V, N) que valem de "a" até "d".

Assim sendo o equacionamento precisa ser feito considerando dois trechos, a saber, de "a" até "b" e de "b" até "d".

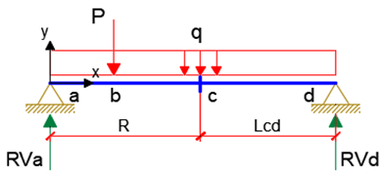
$$Lab := R - R \cdot \cos(\theta 1) = 1,7861 \text{ m}$$

$$x := R - R \cdot \cos(\beta)$$

$$y := R \cdot \sin(\beta)$$

Momentos Fletores:

Viga Análoga



Trecho "ab"

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

$Vabx(\beta) := RVa - q \cdot x$

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

Trecho "bd"

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

$Vbdx(\beta) := RVa - q \cdot x - P$

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

$Mab(\beta) := Mabx(\beta) + Maby(\beta)$

$Mbd(\beta) := Mbdx(\beta) + Mbdy(\beta)$

$M(\beta) := \text{if } \beta° \le \theta 1$
$\quad Mab(\beta°)$
$\quad \text{else}$
$\quad Mbd(\beta°)$

$Q05 := M(30) = -73,0854 \text{ kN m}$

$Q06 := M(110) = -9,4113 \text{ kN m}$

Cortantes e Axiais:

$\alpha(\beta) := 90° - \beta$

$V(\alpha) = \Sigma VER.\cos\alpha - \Sigma HOR.\text{sen}\alpha$

$N(\alpha) = -\Sigma VER.\text{sen}\alpha - \Sigma HOR.\cos\alpha$

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

$\Sigma VER_ab := Vabx(\beta)$

$\Sigma HOR_ab := RHa$

$\Sigma VER_bd := Vbdx(\beta)$

$\Sigma HOR_bd := RHa$

Trecho "ab":

$Vab(\beta) := \Sigma VER_ab \cdot \cos(\alpha(\beta)) - \Sigma HOR_ab \cdot \sin(\alpha(\beta))$

$Nab(\beta) := -\Sigma VER_ab \cdot \sin(\alpha(\beta)) - \Sigma HOR_ab \cdot \cos(\alpha(\beta))$

Trecho "bd":

$Vbd(\beta) := \Sigma VER_bd \cdot \cos(\alpha(\beta)) - \Sigma HOR_bd \cdot \sin(\alpha(\beta))$

$Nbd(\beta) := -\Sigma VER_bd \cdot \sin(\alpha(\beta)) - \Sigma HOR_bd \cdot \cos(\alpha(\beta))$

$Q01 := Vab(50°) = 43,8841 \text{ kN}$

$Q02 := Nab(50°) = -125,0005 \text{ kN}$

$Q03 := Vbd(50°) = 5,5819 \text{ kN}$

$Q04 := Nbd(50°) = -92,8611 \text{ kN}$