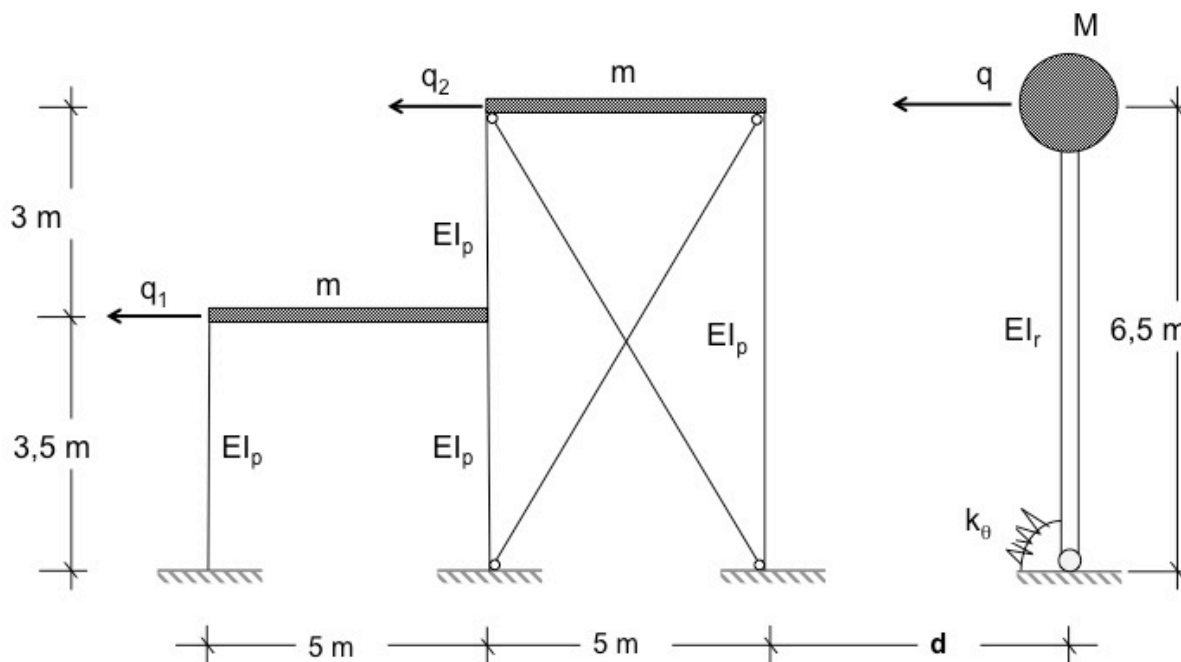


Desligue o telemóvel
 Identifique todas as folhas com o número e nome
 Entregue cada problema em folhas separadas
 Justifique adequadamente todas as respostas
 Duração: 2h30m

Problema 1 (11)

Considere o pórtico de betão armado representada na **Figura 1**. As vigas são rígidas e todos os elementos estruturais verticais são axialmente indeformáveis e têm uma rigidez à flexão da secção transversal igual a EI_p . A massa m encontra-se distribuída nas vigas, como indicado. As bielas inclinadas têm uma rigidez axial da secção transversal EA . Considere os dois graus de liberdade indicados na figura.



$m = 25 \text{ ton/m}$
 $EI_p = 25\,000 \text{ kNm}^2$
 $EA = 100\,000 \text{ kN}$

$EI_r = 100\,000 \text{ kNm}^2$
 $M = 50 \text{ ton}$
 $K_\theta = 2 \times 10^5 \text{ kNm/rad}$

Figura 1: Modelo da estrutura

Figura 2: Reservatório Elevado

- Calcule as matrizes de massa e rigidez considerando os graus de liberdade indicados. (1,5)
- Calcule as frequências e os modos de vibração da estrutura utilizando a equação característica. (1,5)
- Calcule o 1º modo de vibração, e o respetivo período, recorrendo ao método de Rayleigh Simplificado. Compare os resultados obtidos com os da alínea b). (1,5)

No âmbito de uma análise dinâmica linear por espectros de resposta e de acordo com o EC8/Anexo Nacional, considere que o pórtico é de Classe de Importância II, se situa em Lisboa em solo do tipo B e é atuada por um sismo do tipo 1 (zona 1.3) na direção horizontal. Admita ainda que o coeficiente de comportamento q é igual a 2.

- Calcule o valor máximo dos deslocamento dos pisos e do deslocamento relativo entre pisos. (2,5)
- Calcule o valor máximo do esforço transversal dos pilares e do esforço axial nas bielas. (1,5)

Se não resolveu as alíneas a) e b) considere $T_1=0,65s$, $T_2=0,4s$, $v_1 = \begin{Bmatrix} 1 \\ 1,2 \end{Bmatrix}$ e $v_2 = \begin{Bmatrix} 1 \\ -0,8 \end{Bmatrix}$.

- f) Considere que à distância **d** do pórtico de betão armado se encontra um reservatório elevado (modelo estrutural representado na **Figura 2**). Para a resolução desta alínea considere que $K_{\theta} = \infty$. Determine qual deve ser a distância **d**, quando o conjunto pórtico e reservatório é atuado pelo sismo tipo 1 (zona 1.3), para que o impacto entre as duas estruturas não se verifique. Considere que o reservatório é de classe de importância II e que o valor do coeficiente de comportamento é de 1,5. Justifique a sua resposta. (1,5)
- g) Suponha que na alínea anterior se considerava que o reservatório elevado era da classe de importância III. Desta forma, como definiria a ação sísmica para determinar a distância **d**. Justifique a sua resposta. (1,0)

Problema 2 (5,0)

Considere o modelo estrutural de um reservatório elevado representado na **Figura 2** onde se assumiu que a massa se concentra exclusivamente no topo ($M=50$ ton). A deformabilidade da fundação é descrita por uma mola de rigidez $K_{\theta}=2 \times 10^5$ kNm/rad.

- a) Calcule o período da estrutura. (1,0)
- b) Calcule o período da estrutura pelo método de Rayleigh. Considere a função de forma $\varphi(x) = x^2 + ax + b$. Imponha as condições de fronteira que achar adequadas para determinar as constantes a e b. Compare o resultado com o obtido na alínea a). (2,0)
- c) A estrutura é sujeita a uma força horizontal no topo (resultante da onda de choque dum explosão) com uma intensidade de 100 kN durante 1,0 seg. Determine o momento máximo que se desenvolve na fundação sabendo que os efeitos da explosão atingem os valores máximos durante a atuação da mesma. Admita que não há amortecimento. Se não resolveu a alínea a) considere $T=1,5$ seg. (2,0)

Problema 3 (4,0)

- a) Suponha que uma estrutura porticada de betão armado é preenchida na metade inferior de um dos painéis entre vigas e pilares ao nível do rés-do-chão por uma parede também de betão armado, que rigidifica e aumenta resistência a esforços nessa zona. Esta alteração melhoraria ou não o comportamento sísmico da estrutura? Justifique a resposta. (1,0)
- b) Defina coeficiente de comportamento. Relacione os valores deste coeficiente com o tipo de estrutura (pórtico, mista ou parede). Justifique a sua resposta. (1,0)
- c) Quais as causas das excentricidades adicionais de torção. Explique quais os fenómenos que pretendem representar. (1,0)
- d) Se estiver a projetar um pilar-estaca de uma ponte, que localização escolheria para a rótula plástica? Trace qualitativamente o diagrama de momentos fletores atuantes no pilar-estaca em conjunto com o diagrama de momentos fletores resultantes da análise estrutural (análise elástica, para o espectro de projeto) (1,0)