

Observações: Duração de 1h30min.

Consulta **apenas** do **formulário** e de **uma folha A4**.

Inicie cada problema numa nova folha. Identifique todas as folhas.

Justifique convenientemente todas as respostas.

Nota mínima de 7.5 valores.

Problema 1 (4 valores)

Considere o pórtico e a acção representados na figura 1.

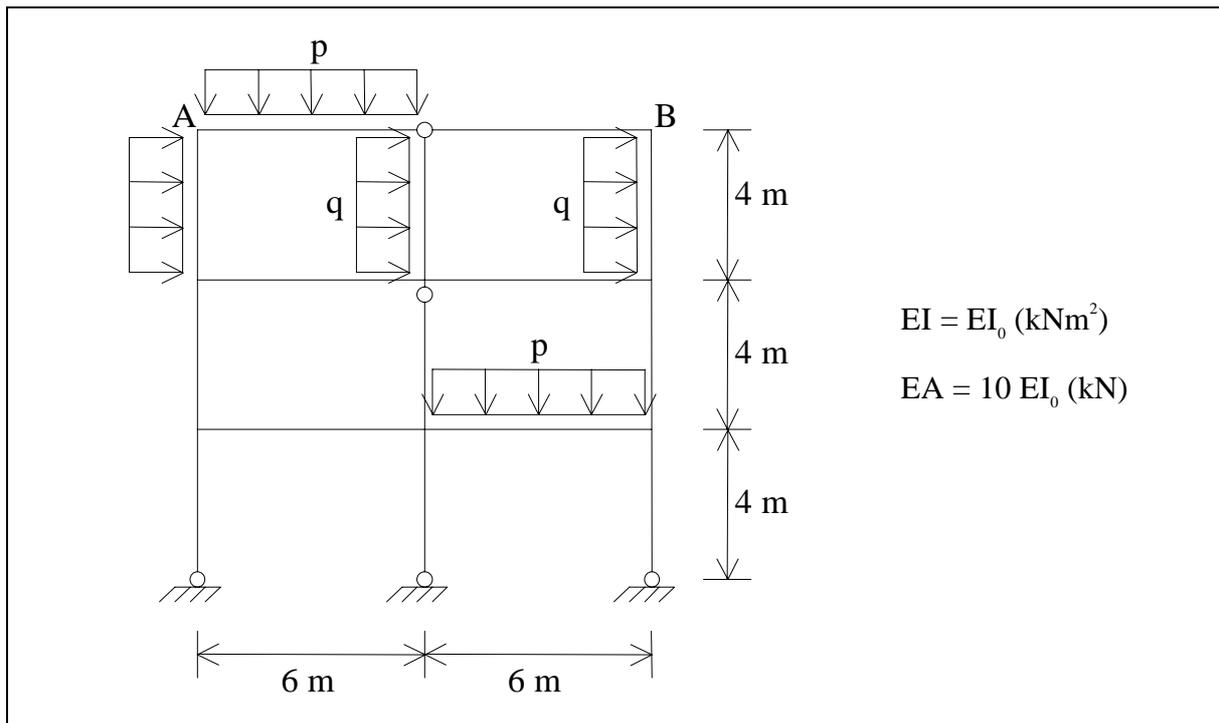


Figura 1

1.a) Indique qual o grau de indeterminação estática da estrutura.

1.b) Represente as estruturas simplificadas e acções a considerar na análise das parcelas simétrica e antissimétrica da acção, indicando qual o respectivo grau de indeterminação estática.

1.c) Escreva as expressões de  $\delta_A^V$ ,  $\delta_B^V$ ,  $\delta_A^H$  e  $\delta_B^H$  em função dos deslocamentos das estruturas simplificadas que representou na alínea anterior.

Problema 2 (11 valores)

Considere o pórtico plano e a acção representados na figura 2.

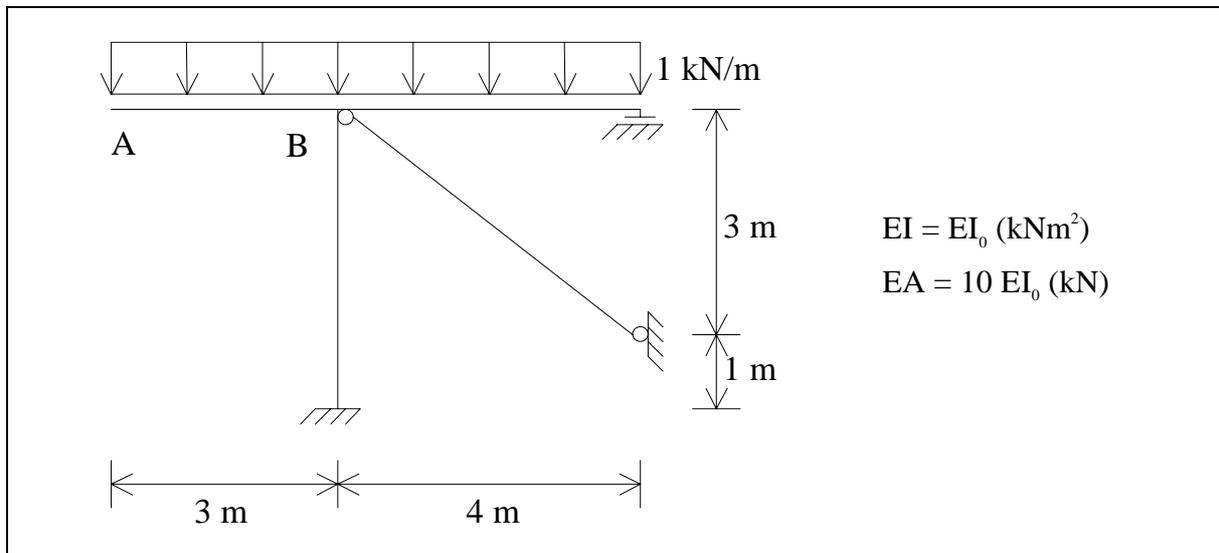


Figura 2

- 2.a) Indique o grau de indeterminação cinemática da estrutura e os deslocamentos independentes.
- 2.b) Trace a deformada associada a cada um dos deslocamentos independentes, indicando os valores de todos os deslocamentos considerados dependentes.
- 2.c) Determine a coluna da matriz de rigidez global associada a uma translação do nó B.
- 2.d) Trace os diagramas de esforços (M, V, N) na estrutura, correspondentes ao deslocamento independente que considerou na alínea anterior.
- 2.e) Indique, em função dos deslocamentos independentes, o valor do deslocamento vertical do ponto A, sabendo que a flecha na ponta de uma consola sujeita a uma carga uniformemente distribuída é  $pL^4/(8EI)$ .

Problema 3 (5 valores)

Considere a grelha representada em planta na figura 3, sujeita a uma carga uniformemente distribuída vertical  $p$  em todas as barras.

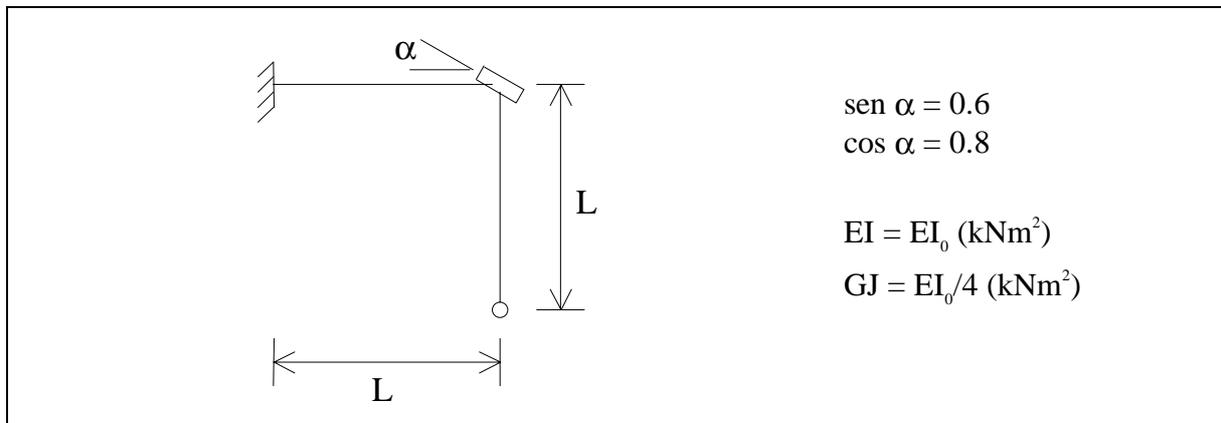


Figura 3

3.a) Indique o grau de indeterminação cinemática da estrutura e os deslocamentos independentes.

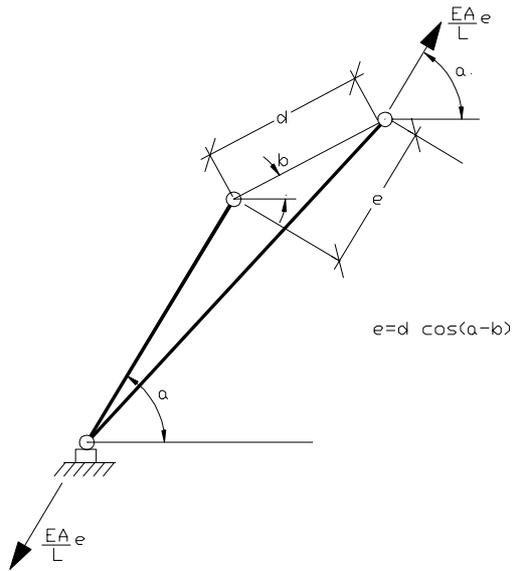
3.b) Trace a deformada associada a cada um dos deslocamentos independentes, indicando os valores de todos os deslocamentos considerados dependentes.

3.c) Obtenha a equação do Método dos Deslocamentos.

Formulário

Deformadas e forças de fixação para deslocamentos impostos

Tipo de barra	Imposição de rotação à esquerda	Imposição de deslocamento transversal
bi-encastada 		
encastrada-rotulada 		
encastrada-enc desliz. 		
deformação de torção imposta $\Rightarrow T_i = T_j = \frac{GJ}{L} \phi$		



$$\mathbf{Kd} + \mathbf{F}_0 = \mathbf{F}_N$$

$$\mathbf{X}_f = \mathbf{X}_0 + \mathbf{X}_c \mathbf{d}$$

Forças de fixação devidas a cargas de vão na barra bi-encastada						
	$M_A$	$M_B$	$V_A$	$V_B$	$N_A$	$N_B$
	$\frac{pL^2}{12}$	$-\frac{pL^2}{12}$	$\frac{pL}{2}$	$\frac{pL}{2}$	$-\frac{qL}{2}$	$-\frac{qL}{2}$
Forças de fixação devidas a cargas de vão na barra encastada-rotulada						
	$M_A$	$\theta_B$	$V_A$	$V_B$	$N_A$	$N_B$
	$\frac{pL^2}{8}$	$\frac{pL^3}{48EI}$	$\frac{5pL}{8}$	$\frac{3pL}{8}$	$-\frac{qL}{2}$	$-\frac{qL}{2}$