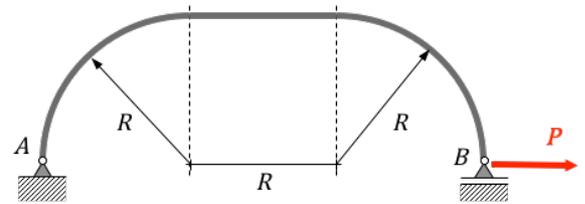
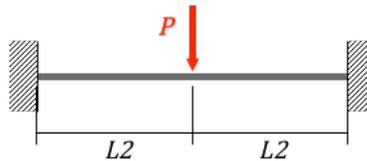


Problema 1 (3,5 pontos). A estrutura mostrada na figura ao lado possui módulo de elasticidade E e seção transversal quadrada com lado a . Determine:

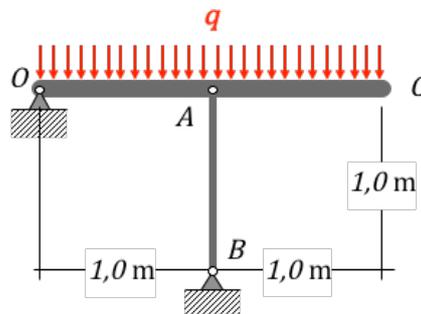
- (a) A máxima tensão normal produzida na estrutura (1,5 ponto);
- (b) O deslocamento horizontal do ponto de aplicação da carga P . Utilize o Teorema de Castigliano desprezando as contribuições dos esforços normal e cortante para a energia de deformação (2,0 pontos).



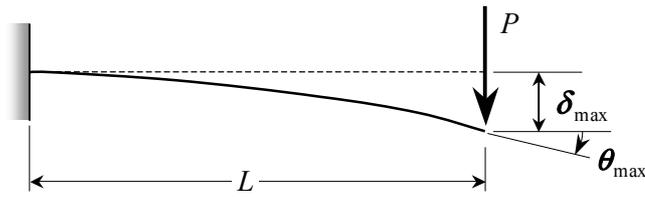
Problema 2 (3,0 pontos). A viga biengastada mostrada na figura abaixo tem seção retangular de altura h e largura b . Ela é fabricada de um material cujo comportamento elastoplástico pode ser modelado como elástico/perfeitamente-plástico, com módulo de elasticidade E e limite de escoamento S_Y . Lembre-se que o momento fletor que leva uma viga de seção retangular ao colapso plástico é $M_L = 1,5 M_Y$, onde $M_Y = S_Y b h^2 / 6$ é o momento fletor que produz o início do escoamento na viga. Determine o valor da carga P_L que leva a estrutura ao colapso plástico.



Problema 3 (3,5 pontos). A barra de alumínio AB , de seção transversal circular com diâmetro $d = 100$ mm, é simplesmente apoiada na sua base B enquanto suporta a barra horizontal OC , à qual está conectada por um pino que trabalha sem atrito. A barra horizontal é carregada por uma força vertical distribuída q . O módulo de elasticidade do tubo de alumínio é $E = 72$ GPa. Determine o máximo valor admissível para a carga q , considerando a falha por flambagem da barra vertical. Utilize um coeficiente de segurança $n = 4,0$ contra a flambagem.

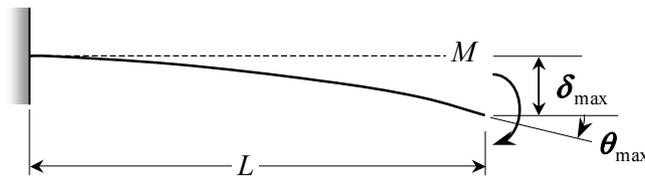


Carga Crítica de Flambagem $P_{cr} = c \frac{EI}{L^2}$	Tipo de Apoio	c
	Simples-Simples	π^2
	Engastada-Livre	$\pi^2/4$
	Engastada-Simples	20,2
	Engastada-Engastada	$4\pi^2$



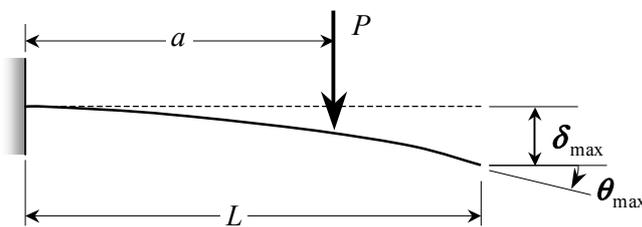
$$\delta(x) = \frac{Px^2}{6EI}(3L-x)$$

$$\delta_{\max} = \frac{PL^3}{3EI} \quad \theta_{\max} = \frac{PL^2}{2EI}$$



$$\delta(x) = \frac{Mx^2}{2EI}$$

$$\delta_{\max} = \frac{ML^2}{2EI} \quad \theta_{\max} = \frac{ML}{EI}$$



$$\delta(x) = \begin{cases} \frac{P}{6EI}(3x^2a-x^3), & x < a \\ \frac{P}{6EI}(3x^2a-x^3+(x-a)^3), & x > a \end{cases}$$

$$\delta_{\max} = \frac{Pa^2(3L-a)}{6EI} \quad \theta_{\max} = \frac{Pa^2}{2EI}$$

Tensão de Flexão	Momento de Inércia para Seção		
	$\sigma_{xx}(x, y) = -y \frac{M(x)}{I}$	Circular $I = \frac{\pi D^4}{64}$	Retangular $I = \frac{bh^3}{12}$

Energia de Deformação		Teorema de Castigliano		
Vigas em Flexão	$U = \int \frac{M^2}{2EI} ds$	$\delta = \frac{\partial U}{\partial P}$	Vigas em Flexão	$\delta = \frac{1}{EI} \int \frac{\partial M}{\partial P} M ds$
Eixos em Torção	$U = \int \frac{T^2}{2GJ} ds$		Eixos em Torção	$\delta = \frac{1}{GJ} \int \frac{\partial T}{\partial P} T ds$
Barras sob Esforço Axial	$U = \int \frac{N^2}{2EA} ds$		Barras sob Esforço Axial	$\delta = \frac{1}{EA} \int \frac{\partial N}{\partial P} N ds$

$$\int \sin \theta d\theta = -\cos \theta$$

$$\int \cos \theta d\theta = \sin \theta$$

$$\int \sin^2 \theta d\theta = \frac{\theta}{2} - \frac{\sin 2\theta}{4}$$

$$\int \cos^2 \theta d\theta = \frac{\theta}{2} + \frac{\sin 2\theta}{4}$$

$$\int \sin \theta \cos \theta d\theta = -\frac{\cos 2\theta}{4}$$