ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Mello Moraes, nº 2231 CEP 05508-900 São Paulo SP
Telefone: (011) 818.5337 Fax (011) 813.1886

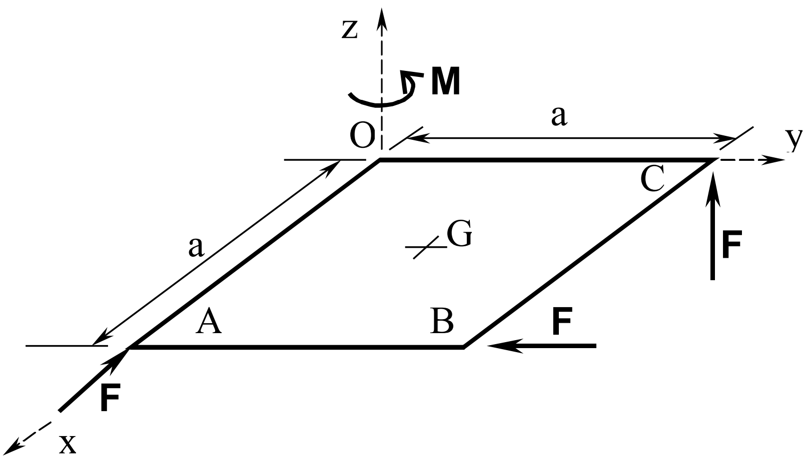
Departamento de Engenharia Mecânica

PMC 2100 – MECÂNICA A

Primeira Prova – 21 de setembro de 2001 – Duração: 100 minutos
(Não é permitido o uso de calculadoras)

Questão 1 (3,0 pontos)

Dado o sistema de forças e o momento ($\vec{M} = Fa\vec{k}$) aplicado sobre a placa quadrada de peso desprezível e lado **a** da figura, pede-se:



(a) calcular a resultante;
(b) calcular o momento do sistema em relação ao pólo O;
(c) verificar se o sistema é redutível a uma única força;
(d) reduzir o sistema a uma força aplicada em G e um binário.

$$\vec{R} = \sum \vec{F}_i = -F\vec{i} - F\vec{j} + F\vec{k}$$

$$\boxed{\vec{R} = F\left(-\vec{i} - \vec{j} + \vec{k}\right)}$$

$$\vec{M}_O = Fa\vec{i} - Fa\vec{k} + \vec{M}$$

$$\boxed{\vec{M}_O = Fa\vec{i}}$$

$$\vec{R} \cdot \vec{M}_O = -F^2 a \neq 0$$

logo **<u>não</u>** é redutível a uma única força!

$$\left(\vec{R}, G\right);\ \vec{M}_G$$

$$\vec{M}_G = \vec{M}_O + (O - G) \wedge \vec{R} = Fa\vec{i} + \frac{a}{2}\left(-\vec{i} - \vec{j}\right) \wedge F\left(-\vec{i} - \vec{j} + \vec{k}\right)$$

$$\vec{M}_G = Fa\vec{i} + F\frac{a}{2}\left(\vec{k} + \vec{j} - \vec{k} - \vec{i}\right)$$

$$\boxed{\vec{M}_G = F\frac{a}{2}\left(\vec{i} + \vec{j}\right)}$$

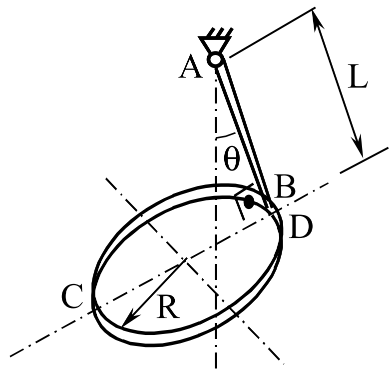
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

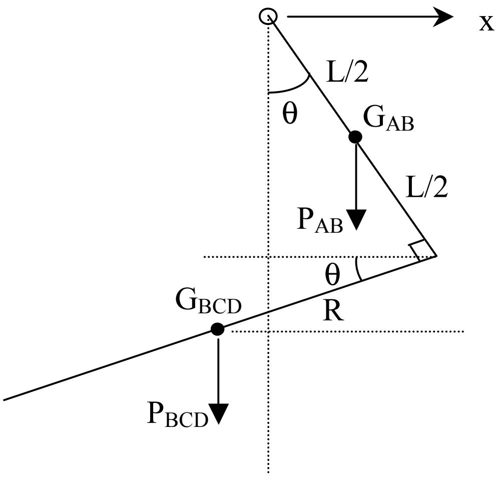
Avenida Professor Mello Moraes, nº 2231 CEP 05508-900 São Paulo SP
Telefone: (011) 818.5337 Fax (011) 813.1886

Departamento de Engenharia Mecânica

Questão 2 (3,0 pontos)

O arame da figura tem peso específico (linear) γ e área de seção transversal S. O trecho reto AB tem comprimento L e forma um ângulo reto com o plano que contém o trecho BCD de raio R. Pede-se o ângulo que o trecho AB forma com a vertical na posição de equilíbrio.





$$x_G = \frac{\frac{L}{2} sen\theta \cdot L - (R\cos\theta - Lsen\theta)2\pi R}{2\pi R + L} = 0$$

$$2\pi R^2 \cos\theta - 2\pi RLsen\theta - \frac{L^2}{2} sen\theta = 0$$

$$2\pi R^2 - \left(2\pi RL + \frac{L^2}{2}\right)\tan\theta = 0$$

$$\tan\theta = \frac{2\pi R^2}{\left(2\pi RL + \frac{L^2}{2}\right)}$$

$$\boxed{\theta = \arctan\frac{2\pi R^2}{\left(2\pi RL + \frac{L^2}{2}\right)}}$$

Ou:

$$\sum M_{zA} = 0 \therefore P_{BCD} \cdot (R\cos\theta - Lsen\theta) = P_{AB} \cdot \left(\frac{L}{2} sen\theta\right)$$

$$P_{BCD} = 2\pi R\gamma \quad ; \quad P_{AB} = \gamma L$$

$$2\pi R^2 \cos\theta - 2\pi RLsen\theta = \frac{L^2}{2} sen\theta$$

$$\boxed{\theta = \arctan\frac{2\pi R^2}{\left(2\pi RL + \frac{L^2}{2}\right)}}$$

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

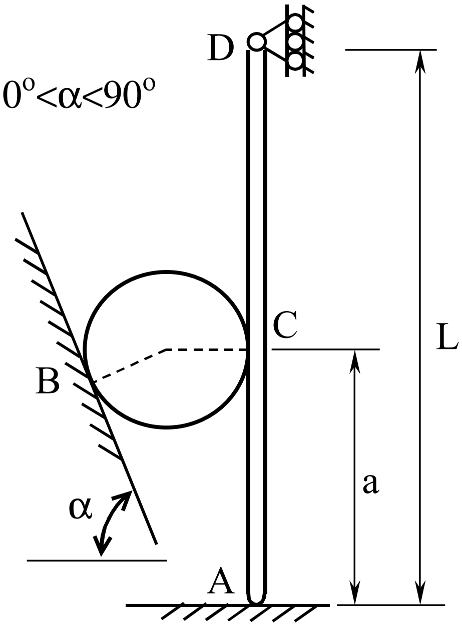
Avenida Professor Mello Moraes, nº 2231 CEP 05508-900 São Paulo SP
Telefone: (011) 818.5337 Fax (011) 813.1886

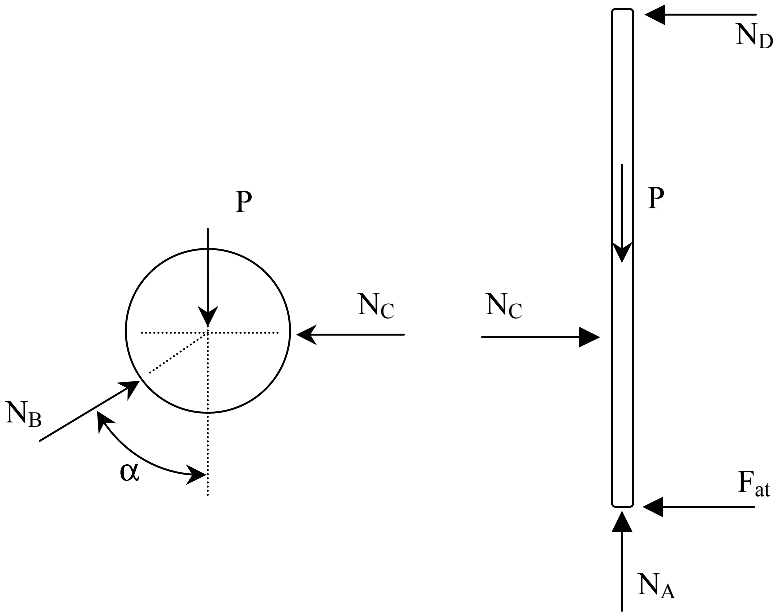
Departamento de Engenharia Mecânica

Questão 3 (4,0 pontos)

A barra AD tem peso P e está na vertical. O vínculo em D é um apoio simples e em A existe atrito. A esfera tem peso P e está apoiada sem atrito nos pontos B e C.

(a) Desenhe o diagrama de corpo livre da barra AD e o diagrama de corpo livre da esfera.
(b) Calcule a reação vertical do solo sobre a barra no ponto A, a força de atrito e a reação em D.
(c) Sabendo que o coeficiente de atrito é μ, determine o maior valor de α tal que ainda existe equilíbrio.





Na esfera:

$$\sum F_y = 0 \therefore N_B \cos\alpha = P$$

$$\sum F_x = 0 \therefore N_C = N_B sen\alpha \Rightarrow N_C = P\tan\alpha$$

Na barra:

$$\sum F_y = 0 \therefore \quad \boxed{N_A = P}$$

$$\sum M_{zA} = 0 \therefore N_D \cdot L = N_C \cdot a \Rightarrow \boxed{N_D = P\frac{a}{L}\tan\alpha}$$

$$\sum F_x = 0 \therefore F_{at} = N_C - N_D \Rightarrow \boxed{F_{at} = P\tan\alpha\left(1-\frac{a}{L}\right)}$$

Lei de Coulomb:

$$|F_{at}| \le \mu N_A$$

$$P\tan\alpha\left(1-\frac{a}{L}\right) \le \mu P$$

$$\tan\alpha \le \frac{\mu}{1-\frac{a}{L}}$$

$$\boxed{\alpha_{máx} = \arctan\frac{\mu}{1-\frac{a}{L}}}$$