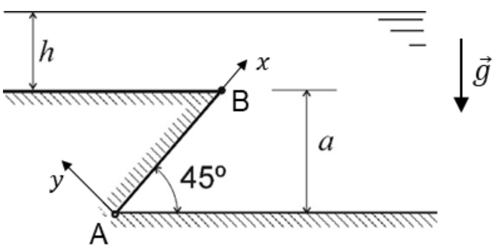
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Mello Moraes, nº 2231 CEP: 05508-900, São Paulo, SP.
Telefone: (0xx11) 3091 5337 Fax: (0xx11) 3813 1886

Departamento de Engenharia Mecânica

MECÂNICA I - PME 3100 – 1ª Prova – 29 de Agosto de 2017

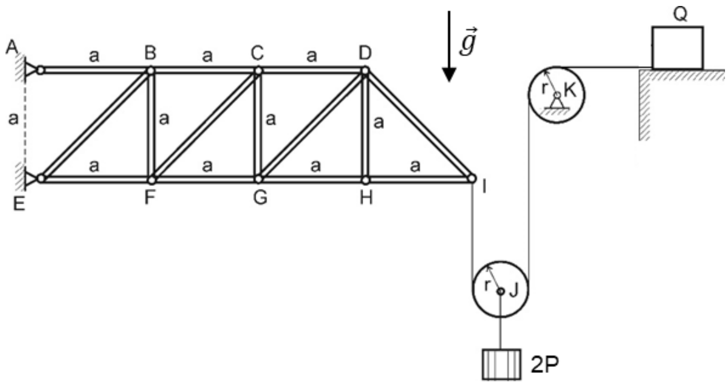
Duração da Prova: 110 minutos (não é permitido uso de dispositivos eletrônicos)



Questão 1 (3,0 pontos). A superfície plana, indicada na figura ao lado pelo segmento *AB*, tem largura *L* (ortogonal ao plano da figura) e está submersa em um fluido de peso específico γ (N/m^3). A aceleração da gravidade é g (m/s^2). Nestas condições, determine:

(a) A força $\vec{R}$ equivalente ao sistema de forças distribuídas de pressão agindo na superfície *AB*.

(b) A abscissa do centro de pressões em relação ao sistema *Axy*.

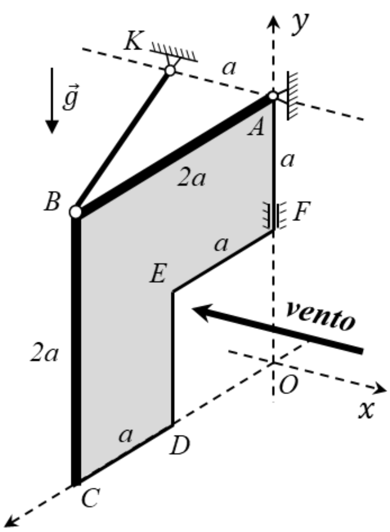


Questão 2 (3,5 pontos). Considere a treliça e o conjunto de polias e blocos indicados na figura ao lado. Os pesos das barras da treliça e das polias são admitidos desprezíveis, e o fio que conecta a treliça aos demais componentes do sistema é ideal. O bloco suspenso pela polia conectada à treliça possui peso *2P*. O bloco apoiado sobre a superfície horizontal localizada na extremidade direita da figura possui peso *Q*, e o coeficiente de atrito entre este bloco e sua superfície de apoio é μ. Pede-se:

(a) Determine o esforço atuante na barra *FC*, indicando se é de tração ou compressão;

(b) Obtenha o valor da força de atrito atuante no bloco de peso *Q* na situação de equilíbrio estático.

(c) Determine o valor mínimo do coeficiente de atrito para manter o sistema na condição de equilíbrio estático.



Questão 3 (3,5 pontos). A figura ao lado mostra um letreiro constituído por uma placa homogênea *ABCDEF* localizada no plano vertical *Oyz*. A placa possui peso *3P*, e é sustentada por uma articulação no ponto *A*, um anel em *F* e por uma barra biarticulada *BK* de massa desprezível. A barra *BK* está localizada em um plano horizontal paralelo a *Oxz*. Além do peso próprio, a placa é atingida por um vento lateral na direção do eixo *Ox*. Admitindo-se que, por simplicidade, o campo de pressão *p* aplicado pelo vento seja constante e uniformemente distribuído sobre superfície da placa:

(a) Determine a posição do centro de massa $(G - O)$;

(b) Determine a força *V* equivalente à ação do vento sobre a placa, bem como o seu ponto de aplicação;

(c) Construa o diagrama de corpo livre da placa;

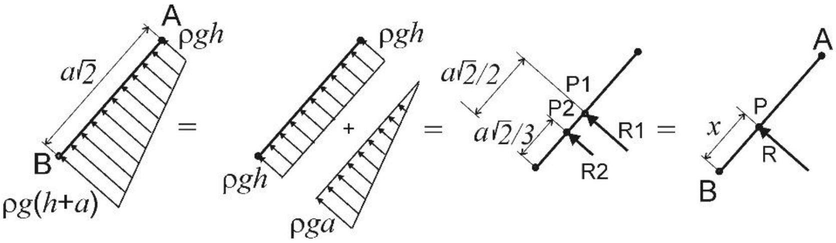
(d) Determine as forças atuantes no ponto *A* da placa.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Mello Moraes, nº 2231 CEP: 05508-900, São Paulo, SP.
Telefone: (0xx11) 3091 5337 Fax: (0xx11) 3813 1886

Departamento de Engenharia Mecânica

Questão 1 (3,0 pontos) – RESOLUÇÃO



(1,0)

$R_1 = \gamma a h\sqrt{2}L$; $R_2 = \frac{1}{2}\gamma a^2\sqrt{2}L$

$R = R_1 + R_2 \Rightarrow \boldsymbol{R = \frac{\sqrt{2}}{2}\gamma a L(2h+a)}$ **(1,0)**

$x = \dfrac{\frac{a\sqrt{2}}{2}R_1 + \frac{a\sqrt{2}}{3}R_2}{R_1+R_2} \Rightarrow \boldsymbol{x = \dfrac{\sqrt{2}a(3h+a)}{3(2h+a)}}$ **(1,0)**

Questão 2 (3,5 pontos) – RESOLUÇÃO

(a) Usando o método das seções e aplicando as condições necessárias para o equilíbrio estático do trecho de treliça indicado na figura, obtém-se o seguinte conjunto de equações:

$\sum F_x = 0$: $-R_{BC} - R_{FC}\frac{\sqrt{2}}{2} - R_{FG} = 0$

$\sum F_y = 0$: $-R_{FC}\frac{\sqrt{2}}{2} - P = 0$

$\sum M_C = 0$: $-aR_{FG} - 2aP = 0$

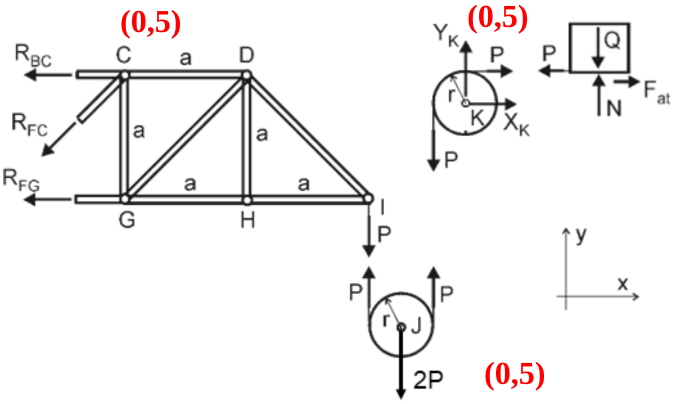
Resolvendo:

$R_{FG} = -2P$; $R_{FC} = -\sqrt{2}P$; $R_{BC} = 3P$

Resposta:

$\boldsymbol{R_{FC} = \sqrt{2}P}$ é de <u>compressão</u>, pois o sinal negativo obtido no resultado acima indica que o sentido de $\boldsymbol{R_{FC}}$ é oposto ao adotado inicialmente (ver DCL ao lado). **(1,0)**

Diagramas de Corpo Livre



(b) Para o bloco:

$\sum F_x = 0$: $F_{at} - P = 0$

Resposta: $\boldsymbol{F_{at} = P}$ **(0,5)**

(c) Aplicando a Lei de Coulomb para o bloco e considerando que na situação de equilíbrio estático $N = Q$ e $F_{at} = P$, obtém-se:

$F_{at} \le \mu N \Rightarrow P \le \mu Q$ Portanto: $\mu \ge \frac{P}{Q}$

Resposta: $\boldsymbol{\mu_{min} = \frac{P}{Q}}$ **(0,5)**

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Mello Moraes, nº 2231 CEP: 05508-900, São Paulo, SP.
Telefone: (0xx11) 3091 5337 Fax: (0xx11) 3813 1886

Departamento de Engenharia Mecânica

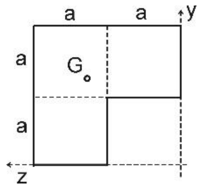
Questão 3 (3,5 pontos) – RESOLUÇÃO

(a) Para o baricentro G temos: **(0,5)**

$$x_G = 0$$

$$y_G = \frac{P\frac{a}{2}+2P\frac{3a}{2}}{3P} = \frac{a+6a}{6} = \frac{7a}{6}$$

$$z_G = \frac{P\frac{a}{2}+2P\frac{3a}{2}}{3P} = \frac{7a}{6}$$

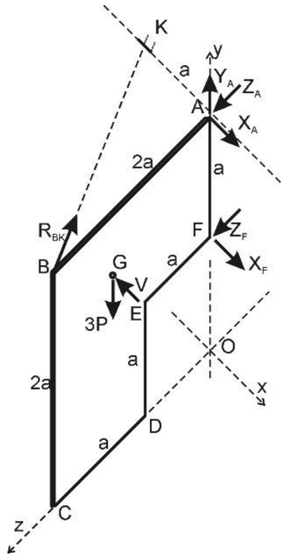


(b) pressão constante: $V = 3a^2p$ **(0,5)**

O centro das forças de pressão é o próprio baricentro da placa; portanto, a resposta é:

$\vec{V} = -3a^2p\vec{\mathrm{i}}$, aplicada em $G = \left(0; \frac{7a}{6}; \frac{7a}{6}\right)$ **(0,5)**

c) diagrama ao lado;



(1,0)

d) Para o equilíbrio da placa, temos:

$$\vec{F}_A = X_A\vec{\mathrm{i}} + Y_A\vec{\mathrm{j}} + Z_A\vec{\mathrm{k}}; \;\; A(0; 2a; 0)$$

$$\vec{F}_B = \vec{R}_{BK} = -R_{BK}\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\vec{\mathrm{i}} + \frac{2}{\sqrt{5}}\vec{\mathrm{k}}\right); \;\; B(0; 2a; 2a)$$

$$\vec{F}_F = X_F\vec{\mathrm{i}} + Z_F\vec{\mathrm{k}}; \;\; F(0; a; 0)$$

$$\vec{F}_G = -V\vec{\mathrm{i}} - 3P\vec{\mathrm{j}}; \;\; G\left(0; \frac{7a}{6}; \frac{7a}{6}\right)$$

$\sum \boldsymbol{\vec{F}} = \boldsymbol{\vec{0}}$:

$$\vec{F}_A + \vec{F}_B + \vec{F}_F + \vec{F}_G = \vec{0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} X_A - R_{BK}\frac{1}{\sqrt{5}} - V + X_F = 0 \\ Y_A - 3P = 0 \\ Z_A - R_{BK}\frac{2}{\sqrt{5}} + Z_F = 0 \end{cases}$$ **(0,5)**

$\sum \boldsymbol{\vec{M}_F} = \boldsymbol{\vec{0}}$:

$$(A - F) \wedge \vec{F}_A + (B - F) \wedge \vec{F}_B + (F - F) \wedge \vec{F}_F + (G - F) \wedge \vec{F}_G = \vec{0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} aZ_A - a\frac{2R_{BK}}{\sqrt{5}} + \frac{7a}{6}3P = 0 \\ -2a\frac{R_{BK}}{\sqrt{5}} - \frac{7a}{6}V = 0 \\ -aX_A + a\frac{R_{BK}}{\sqrt{5}} + \frac{a}{6}V = 0 \end{cases}$$ **(0,5)**

Resolvendo:

$$R_{BK} = -\frac{7\sqrt{5}}{12}V; \;\; X_A = -\frac{5V}{12}; \;\; Y_A = 3P; \;\; Z_A = -\frac{7}{6}(3P + V)$$

Resposta:

$$\boldsymbol{\vec{F}_A} = -\left(\frac{\boldsymbol{5V}}{\boldsymbol{12}}\right)\vec{\mathrm{i}} + (\boldsymbol{3P})\vec{\mathrm{j}} - \left[\frac{\boldsymbol{7(3P+V)}}{\boldsymbol{6}}\right]\vec{\mathrm{k}} = -\left(\frac{\boldsymbol{5a^2p}}{\boldsymbol{4}}\right)\vec{\mathrm{i}} + (\boldsymbol{3P})\vec{\mathrm{j}} - \left[\frac{\boldsymbol{7(3P+3a^2p)}}{\boldsymbol{6}}\right]\vec{\mathrm{k}}$$