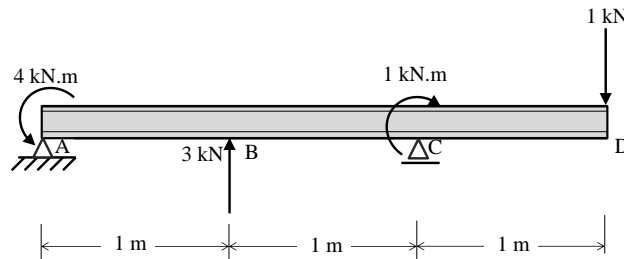


ENG1200 – Mecânica Geral – Semestre 2013.2

Lista de Exercícios 2 – Sistemas de Forças Equivalentes

Questão 1 – Prova P1 – 2013.1

Considere a viga de aço de 3m de comprimento da figura. Quais dos esquemas de vigas de 3m mostradas abaixo, identificados de (a) até (g), representa um sistema equivalente ao da viga dada na figura abaixo? Apresente os cálculos que justificam sua resposta.

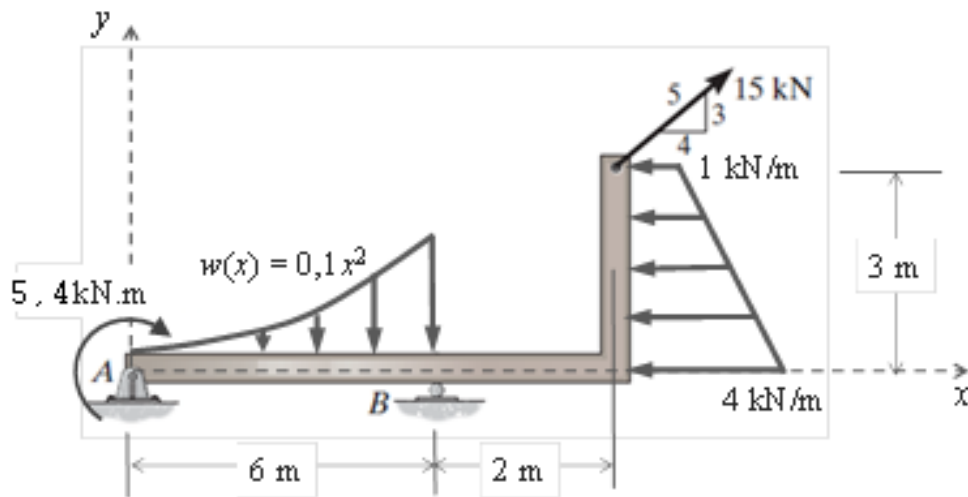


<p>(a)</p>	<p>(b)</p>
<p>(c)</p>	<p>(d)</p>
<p>(e)</p>	<p>(f)</p>
<p>(g)</p>	<p>Resposta: (c)</p> $F_R = \sum F = 4 - 5 + 3 = +2 \text{ kN}$ $M_{RA} = \sum M_A = 4(1) - 5(2) + 3(3) = +3 \text{ kN.m}$

Questão 2 – Prova P1 – 2013.1

Represente o sistema de forças e conjugados que atua sobre o pórtico da figura por uma força resultante única, indicando a distância de interseção de sua linha de ação com a parte horizontal do pórtico, medida a partir do ponto A. Determine o módulo e direção (ângulo com a horizontal) da força resultante única. Desconsidere as reações de apoio.

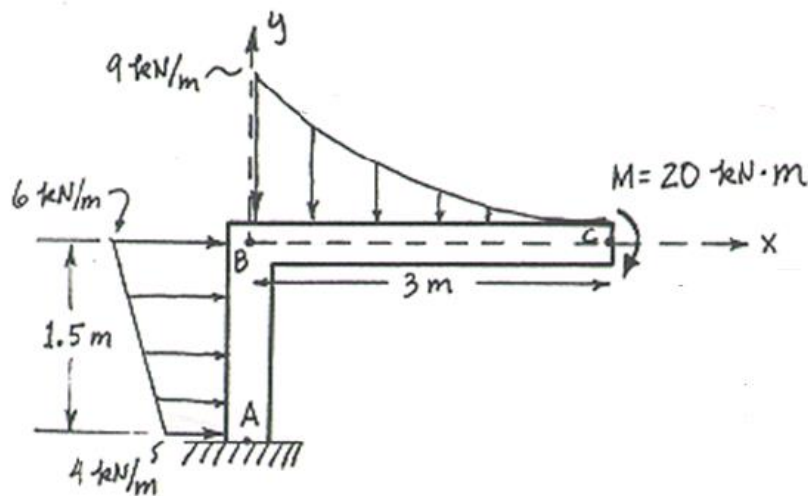
Resposta: $F_R = 4,85 \text{ kN}$ $\alpha = 21,8^\circ$ $d = 4 \text{ m}$ (à direita do ponto A)



Questão 3 – Prova P1 – 2012.2

Representar o sistema de forças e conjugados que atua sobre o pórtico da figura abaixo por uma força única, indicando a distância de interseção de sua linha de ação com a viga BC, medida a partir do ponto B. A função de carga $w(x)$ que atua sobre a viga BC é parabólica.

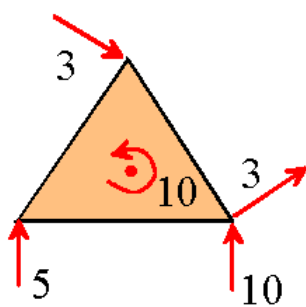
Respostas: $F_R = 11,72 \text{ kN}$ $\theta = 50,19^\circ$ $d = \frac{21,7}{9} = 2,39 \text{ m}$



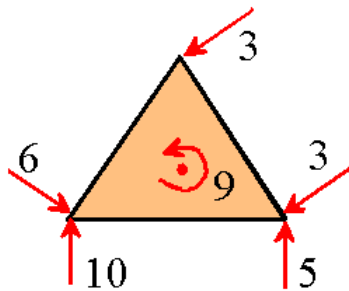
Questão 4 – Prova P1 – 2012.2

Os lados dos triângulos equiláteros da figura abaixo tem 2m de comprimento. As forças, expressas em N, são aplicadas perpendicularmente aos lados e os momentos dos conjugados, expressos em N.m, estão aplicados no centróide do triângulo. Quais triângulos são estaticamente equivalentes?

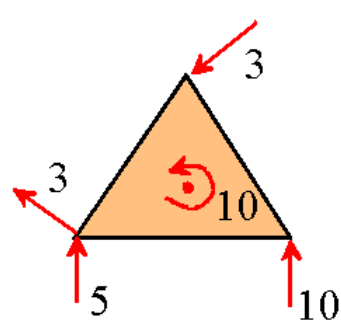
Resposta: Nenhum



(a)



(b)

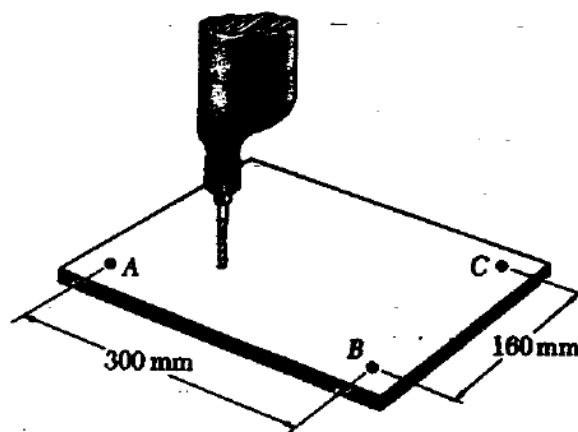


(c)

Questão 5 – Prova P1 – 2012.2

Uma peça de madeira, na qual estão sendo feitos furos, é fixada em uma bancada por 2 pregos. Se a broca da furadeira aplica um conjugado com momento 5 N.m, em que posições estes 2 pregos devem ser colocados (A, B, C) para minimizar as forças que sobre eles atuam? Quais são os módulos e direções destas forças?

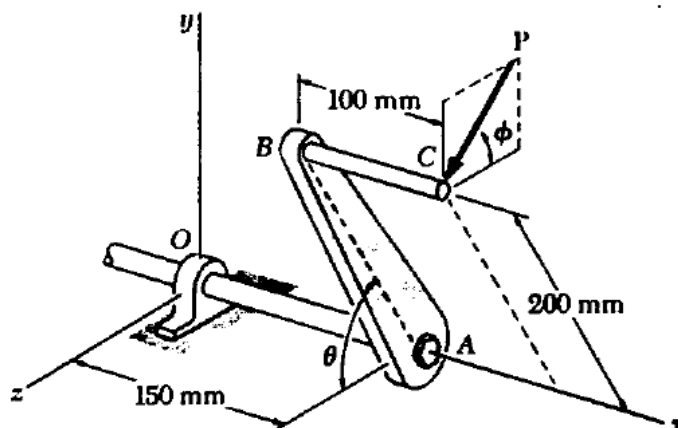
Resposta: Pregos fixados em A e C com módulo $F_{prego} = \frac{5}{0,34} = 14,71 \text{ N}$



Questão 6 – Prova P1 – 2012.2

Uma força P atua no ponto C perpendicularmente ao cabo BC da manivela da figura. Determine o momento M_x causado pela força P em relação ao eixo x quando $\theta = 70^\circ$, sabendo-se que $M_y = -20 \text{ N.m}$ e $M_z = -37,5 \text{ N.m}$.

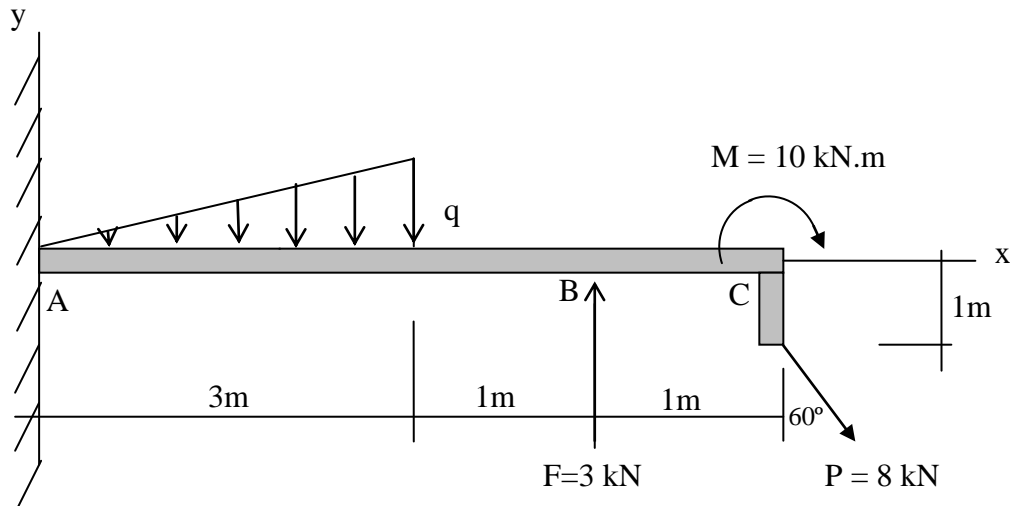
Resposta: $M_x = 25,30 \text{ N.m}$



Questão 7 – Prova P1 – 2012.1

Na viga da figura, determine:

- o valor máximo do carregamento distribuído q para que o sistema possa ser representado por uma força resultante única aplicada a 4m de distância do ponto A.
- Repetir o quesito anterior, considerando o momento do conjugado $M = 10 \text{ kN.m}$ aplicado no ponto B



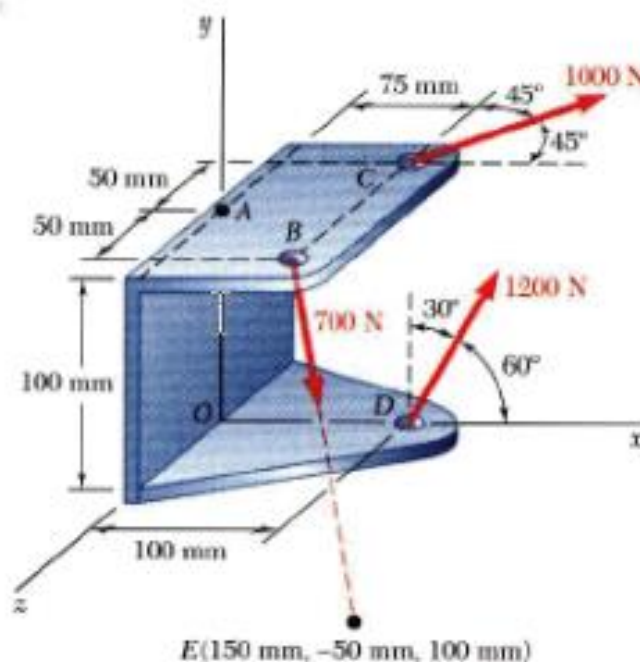
Respostas: (a) $q = 2,36 \text{ kPa}$ (b) como o momento do conjugado $M = 10 \text{ kN.m}$ é vetor livre, sua posição não modifica o resultado anterior

Questão 8 – Prova P1 – 2011.2

Em relação ao sistema de forças que atua na estrutura da figura, determine o sistema força e momento do conjugado equivalente aplicado no ponto A.

Coordenadas dos pontos:

A(0, 100, 50)mm; B(75, 100, 100)mm; C(75, 100,0)mm; D(75,0,0)mm; E(150,-50,100)mm



Respostas: (a) $\vec{F}_R = 1620,15i + 413,15j - 707,1k \text{ N}$

(b) $\vec{M}_R^A = 83265,52i + 3329,67j + 90986,29k \text{ N.m}$

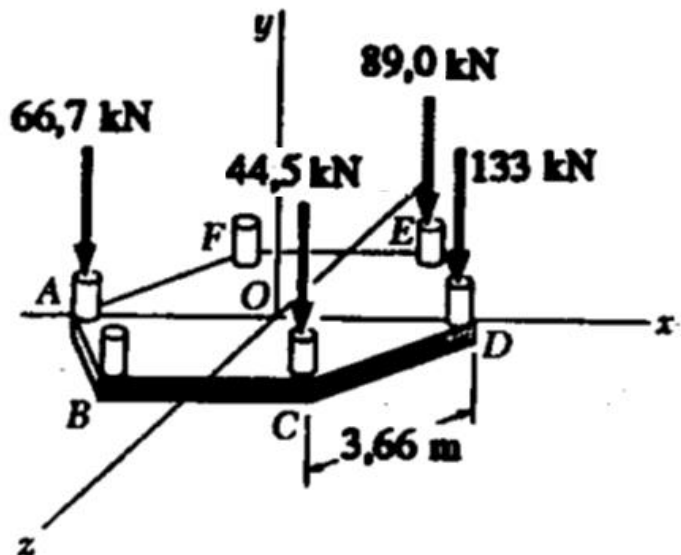
Questão 9 – Prova P1 – 2011.2

- a) Uma laje hexagonal de concreto tem 3,66m de lado e suporta as forças aplicadas por 4 colunas, conforme figura. É possível representar este sistema por uma força resultante única? Caso afirmativo, determine seu módulo e a localização do ponto de sua linha de ação sobre a laje no plano xz.
- b) Determine os módulos das forças adicionais a serem aplicadas nas colunas B e F para que a força resultante do sistema passe pelo centro da laje.

Respostas: (a) Sim, o sistema é de forças paralelas.

$$\vec{F}_R = -333,2\vec{j} \text{ kN} \text{ com linha de ação passando por } x = 1,46\text{m}, z = -0,42\text{m}$$

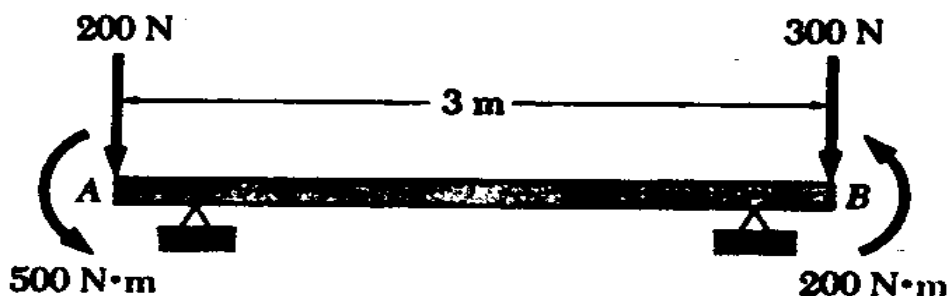
$$(b) F_B = 155,3 \text{ kN} \quad F_F = 110,8 \text{ kN}$$



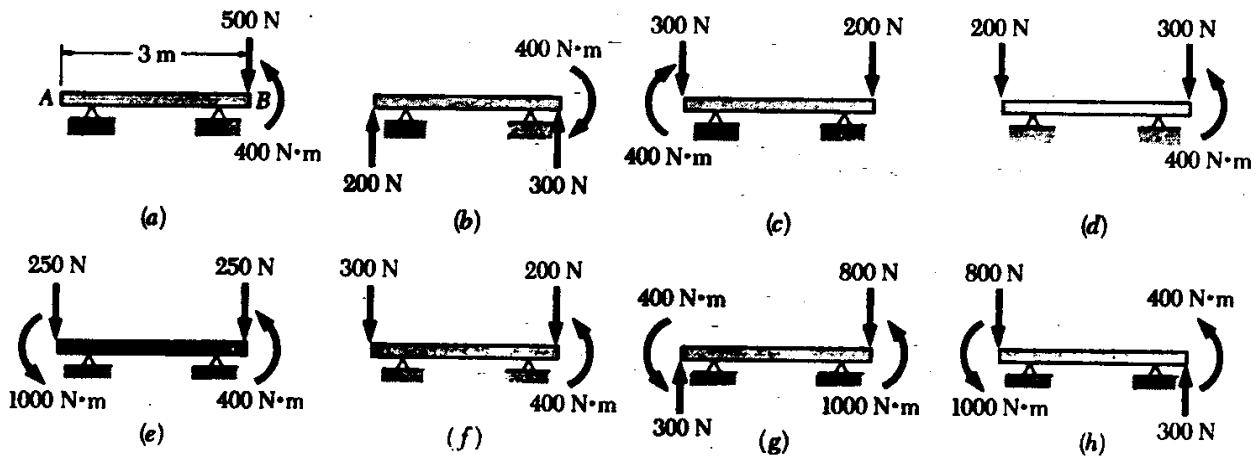
Questão 10 – Prova P1 – 2011.2

Considere a viga de 3m de comprimento da figura. Qual dos seguintes esquemas de vigas de 3m, identificados de (a) até (h), representa um sistema equivalente ao da viga dada na figura? Apresentar os cálculos que justificam sua resposta.

Resposta: esquema (f)



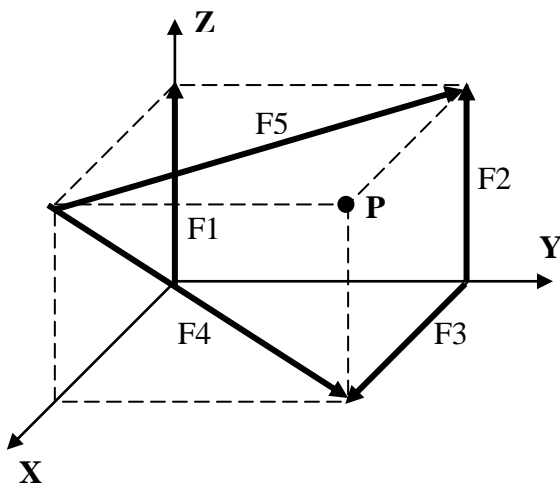
ESQUEMAS



Questão 11 – Prova P1 – 2011.1

Na figura abaixo, as coordenadas do ponto $P = P(4,2,2)m$ e os módulos das forças do sistema são $F_1 = 2kN, F_2 = 2kN, F_3 = 4kN, F_4 = 2\sqrt{2}kN, F_5 = 2\sqrt{5}kN$

Considerando a descrição vetorial Cartesiana, pede-se:



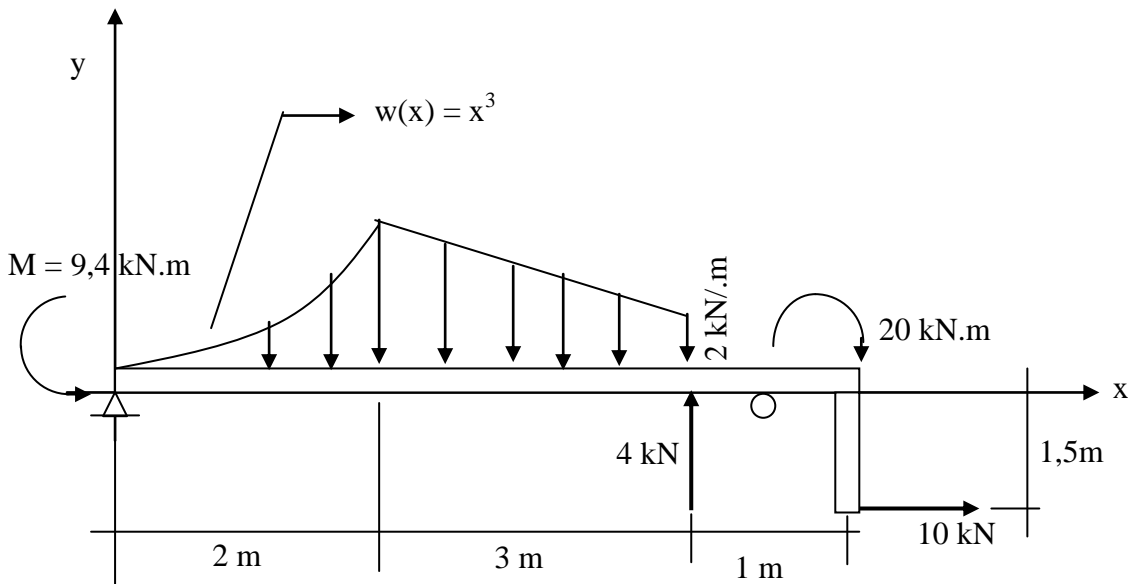
- a) a resultante do sistema de forças.
- b) o momento do sistema relativo à origem O.
- c) os momentos axiais em relação aos eixos X, Y e Z.
- d) qual a força que deve ser acrescentada para que o sistema fique em equilíbrio?
- e) o momento axial em relação ao eixo que passa através da origem O e ponto P.

Respostas:

a) $\vec{F}_R = (4\vec{j} + 2\vec{k})kN$ b) $\vec{M}_O = (-4\vec{i} + 8\vec{k})kN.m$ c) $\vec{M}_x = (-4\vec{i})kN.m$ $\vec{M}_y = 0$ $\vec{M}_z = (8\vec{k})kN.m$
 d) $\vec{F} = -\vec{F}_R$ e) $M_{OP} = 0$

Questão 12 – Prova P1 – 2011.1

O sistema de forças e conjugados da figura abaixo pode ser representado por uma força resultante única? Por que? Caso afirmativo, determine o módulo e direção (ângulo com a horizontal) da força resultante única bem como a distância horizontal de sua linha de ação em relação à extremidade esquerda da viga. Desconsiderar as reações de apoio.



Respostas: Sim, porque o sistema de forças é 2D.

$$F_R = 18.02 \text{ kN} \quad \theta = 56.31^\circ \quad d = 2 \text{ m}$$

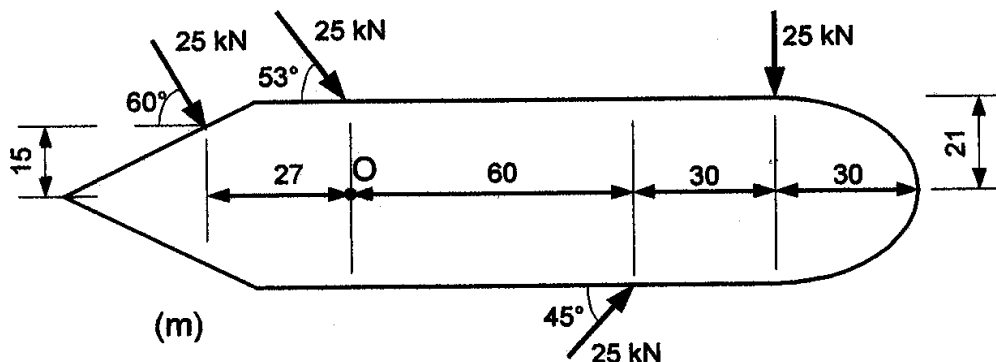
Questão 13 – Prova P1 – 2010.2

Quatro rebocadores são usados para trazer um transatlântico ao cais. Cada rebocador exerce uma força de 25kN nas direções e sentidos indicados na figura. Determinar:

- o sistema força – conjugado equivalente em relação ao mastro dianteiro (ponto O).
- a localização do ponto, no casco do transatlântico, onde um só rebocador deveria empurrar a embarcação para produzir os mesmos efeitos que os 4 rebocadores anteriores.

Respostas: a) $\bar{F}_R = (45.18\bar{i} - 48.97\bar{j})\text{kN}$ $\bar{M}_{CR} = (-736.04\bar{k})\text{kN.m}$
 b) $d = -4.34\text{m}$ (à esquerda do mastro – ponto O – medido no eixo do transatlântico)

Distâncias marcadas na figura em metros.

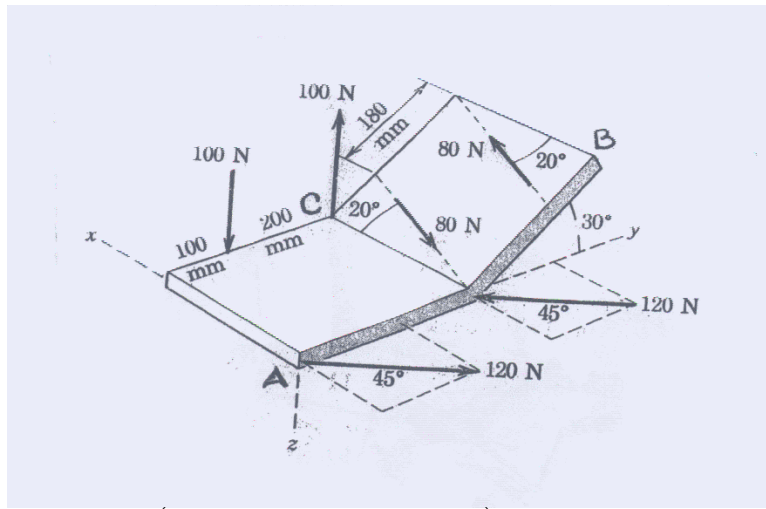


Questão 14 – Prova P1 – 2010.2

Com relação ao sistema de forças da figura abaixo, pede-se:

- O sistema força - conjugado equivalente aplicado no ponto B;
- O momento do conjugado resultante em relação ao eixo que passa pelo ponto C com orientação definida por $\bar{n} = \frac{1}{\sqrt{3}}\bar{i} + \frac{1}{\sqrt{3}}\bar{j} + \frac{1}{\sqrt{3}}\bar{k}$

$$\bar{n} = \frac{1}{\sqrt{3}}\bar{i} + \frac{1}{\sqrt{3}}\bar{j} + \frac{1}{\sqrt{3}}\bar{k}$$

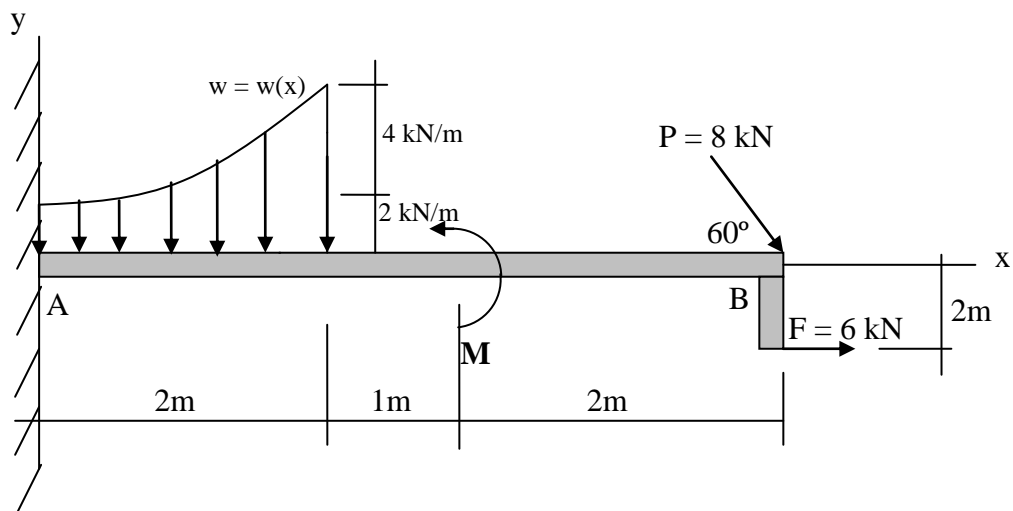


- Respostas: a) $\vec{F}_R = 0$ $\vec{M}_{CR} = (-20\vec{i} - 6.766\vec{j} - 37.175\vec{k})\text{N.m}$
 b) $\vec{M}_{CR}^n = -21.313(\vec{i} + \vec{j} + \vec{k})\text{N.m}$

Questão 15 – Prova P1 – 2011.2

Na viga da figura, determine o valor do momento do conjugado **M** que deve ser aplicado para que o sistema de forças possa ser representado por uma força resultante única aplicada sobre o segmento AB a uma distância de 3m a partir da extremidade **A**. A distribuição do carregamento $w(x)$ é semi-parabólica, simétrica em relação ao eixo y .

Qual seria a variação esperada no valor do momento do conjugado **M** se este fosse aplicado na extremidade B da viga?

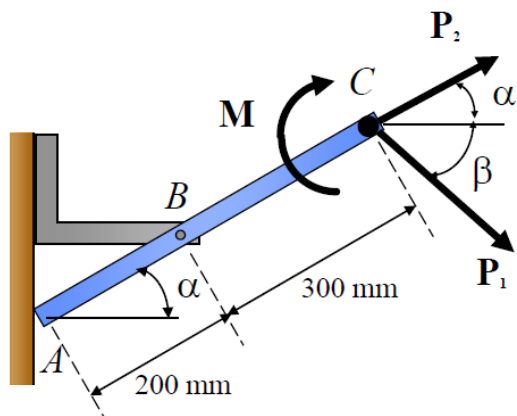


Resposta: a) $M = 10.16 \text{ kN.m}$ no sentido oposto ao indicado na figura; b) não haveria nenhuma variação no valor do momento do conjugado porque este é um vetor livre.

Questão 16 – Prova P1 – 2009.2

Duas forças $P_1 = 250 \text{ N}$ e $P_2 = 14,5 \text{ N}$ estão aplicadas na extremidade C da haste AC, bem como um conjugado de módulo 8 N.m . A haste tem 500 mm de comprimento e está ligada a uma cantoneira em B e simplesmente apoiada em A, sem atrito. Supondo que $\alpha = 20^\circ$ e $\beta = 50^\circ$ pede-se determinar:

- Substitua as forças P_1 e P_2 e o conjugado M por um sistema força – conjugado equivalente aplicado em B
- Determine o ponto de aplicação da resultante de modo que o sistema possa ser reduzido a uma única força
- Substitua as forças P_1 e P_2 e o conjugado M por um sistema formado por duas forças aplicadas em A e em B

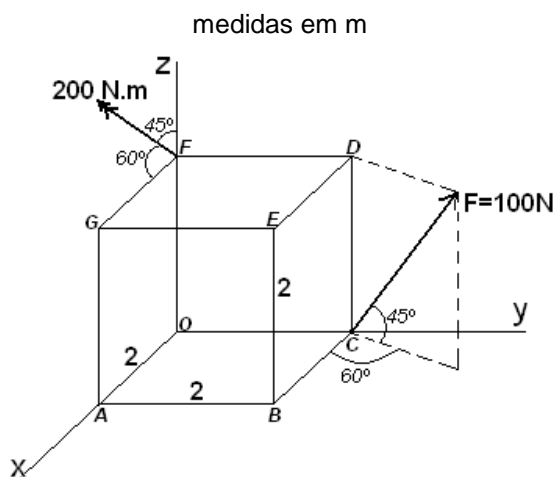


Respostas: a) $F_R = 255.3\text{ N}$ $\theta = 46.9^\circ$ com a horizontal; $M_{CR} = 78.5\text{ N.m}$ no sentido horário; b) $d = 0.334\text{ m}$ em relação ao ponto B; c) $F_A = -1147.66\text{ N}$; $F_{Bx} = 1321.96\text{ N}$; $F_{By} = -186.6\text{ N}$

Questão 17 – Prova P1 – 2008.2

Determine o momento resultante gerado pelo sistema abaixo em relação a:

- a) ponto G;
- b) diagonal GC;
- c) aresta CD;

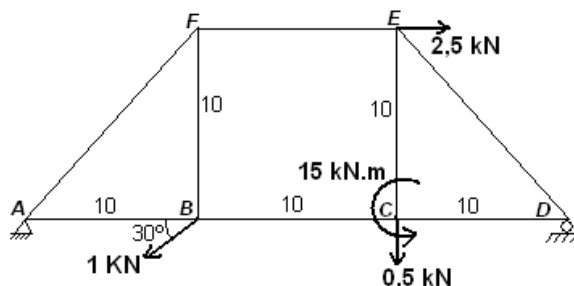


Respostas: Para $\beta = 120^\circ$ a) $\vec{M}_G = (363.9\vec{i} - 30\vec{j} - 51.76\vec{k})\text{ N.m}$ b) $\vec{M}_{GC} = 113.81(\vec{i} - \vec{j} + \vec{k})\text{ N.m}$
 c) $\vec{M}_{CD} = 100\sqrt{2}\vec{k}\text{ N.m}$

Questão 18 – Prova P1 – 2008.2

Substituir o sistema de forças e conjugados que atuam na treliça abaixo por:

- a) uma força resultante única e seu ponto de aplicação ao longo da barra CE, medido a partir do ponto C;
- b) um sistema força+conjugado equivalente aplicado no ponto D



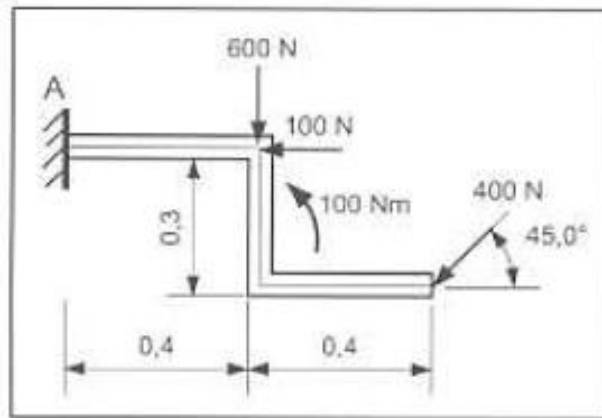
Obs: a) medidas em metros; b) não calcule as reações de apoio
 Respostas: a) $\vec{F}_R = (1.634\vec{i} - \vec{j})\text{ kN}$ $d = 3.06\text{ m}$ a partir do ponto C;
 b) $\vec{F}_R = (1.634\vec{i} - \vec{j})\text{ kN}$ e $\vec{M}_{CR} = (5\vec{k})\text{ kN.m}$

Questão 19 – Prova P1 – 2008.1

Em relação ao sistema de forças e conjugados da figura abaixo, pede-se determinar:

- O sistema força + conjugado equivalente aplicado no ponto A;
- O ponto onde a linha de ação da força resultante intercepta o corpo rígido, se o sistema puder ser reduzido a uma força resultante única.

Respostas: a) $\vec{F}_R = (-382.843\vec{i} - 882.843\vec{j})\text{N}$ e $\vec{M}_{CR} = (-451.127\vec{k})\text{N.m}$ b) $x = 0.4\text{m}$; $y = 0.256\text{m}$



medidas em metros

Questão 20 – Prova P1 – 2008.1

Um cubo de lado a é submetido à força \mathbf{P} ilustrada na figura. Determine o momento de \mathbf{P} em relação: a) ao ponto A; b) à aresta AB; c) à diagonal AG; d) à diagonal GE.

Respostas: a) $\vec{M}_A = \frac{Pa}{\sqrt{2}}(\vec{i} + \vec{j} + \vec{k})\text{N.m}$ b) $\vec{M}_{AB} = \left(\frac{Pa}{\sqrt{2}}\vec{i}\right)\text{N.m}$ c) $\vec{M}_{AG} = \frac{Pa}{3\sqrt{2}}(-\vec{i} + \vec{j} + \vec{k})\text{N.m}$

d) $\vec{M}_{GE} = \frac{Pa}{2\sqrt{2}}(-\vec{i} + \vec{k})\text{N.m}$

