EXAME DE TRANSFERÊNCIA EXTERNA 2014/2015
(SEGUNDA FASE)

EXAME PARA PORTADORES DE DIPLOMA DE NÍVEL SUPERIOR 2014/2015

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

08/06/2014

Nome Completo: ____

Documento de Identidade: ____________________________________

Assinatura: ____

INSTRUÇÕES

1. **SOMENTE INICIAR A PROVA QUANDO FOR AUTORIZADO PELO FISCAL DE SALA**.
2. A prova tem **30 páginas**, incluindo a página de rosto. O espaço em branco que segue cada uma das **15 questões** é para a sua resolução. A página **30** é para **RASCUNHO** e não será considerada na correção.
3. Verificar se o seu **nome** e a sua **opção de curso** estão corretos na etiqueta de identificação da prova.
4. Não esquecer de identificar a página de rosto da prova, colocando seu nome completo (sem abreviações), o número do seu documento de identidade e a sua assinatura nos locais indicados.
5. **NÃO É PERMITIDO O USO DE CALCULADORA OU CELULAR DURANTE A PROVA**. O USO DESSES APARELHOS PODERÁ IMPLICAR A DESCLASSIFICAÇÃO SUMÁRIA DO CANDIDATO (***DEIXAR O CELULAR DESLIGADO!!!***).
6. Não é permitido o uso de outros materiais estranhos à prova.
7. A prova é para ser resolvida à **caneta** (azul ou preta), com exceção dos desenhos técnicos.
8. Qualquer dúvida faz parte da interpretação do enunciado da questão.
9. Duração da prova: **5 horas**. Saída permitida a partir das **14h30min**.
10. Não é permitido fumar no local de exame.

Gabarito

1) Seja $\Sigma = (O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ um sistema de coordenadas ortogonal em E^3, em que $\{\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}\}$ é uma base ortonormal positiva de V^3. Considere o ponto: $P = (2,-1,1)_\Sigma$ e as retas *r* e *s* dadas por: *r:* $X = (9,5,0) + \lambda(-2,-1,1), \lambda \in \mathbb{R}$ e *s:* $z - 2x = 1 = y - 2z$.

(a) Verifique que $P \notin r$ e que $P \notin s$.

(b) Mostre que *r* e *s* são reversas.

(c) Dê uma equação geral do plano determinado por *P* e *s.*

(d) Obtenha uma equação vetorial da reta que passa por *P* e é concorrente com *r* e *s.*

RESPOSTA:

(a) Os pontos de r têm coordenadas do tipo $(9-2\lambda, 5-\lambda, \lambda)$ se $P \in r$ então teríamos $9-2\lambda = 2, 5-\lambda = -1$ e $\lambda = 1$, o que é uma contradição. Analogamente, os pontos de s têm coordenadas do tipo $(\mu, 4\mu+3, 2\mu+1)$, se $P \in s$ teríamos $\mu = 2, 4\mu+3 = -1$ e $2\mu+1 = 1$ o que também é uma contradição.

(b) Um vetor diretor de *r* é $\vec{r} = (-2,-1,1)$ e um ponto de r é $R = (9,5,0)$, por outro lado, um vetor diretor de s é $\vec{s} = (1,4,2)$ e um ponto de s é $S = (0,3,1)$. As retas r e s serão reversas se e somente se o conjunto de vetores $\{\vec{r}, \vec{s}, \overrightarrow{RS}\}$ for linearmente independente, e isso acontece se e somente se $det\begin{bmatrix} -2 & 1 & -9 \\ -1 & 4 & -2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} = 37 \neq 0$.

(c) O plano determinado por *P* e *s* tem como vetores diretores: $\vec{s} = (1,4,2)$ e $\overrightarrow{PS} = (-2,4,0)$. Uma equação geral para o plano procurado é dada por $det\begin{bmatrix} x-2 & y+1 & z-1 \\ 1 & 4 & 2 \\ -2 & 4 & 0 \end{bmatrix} = 0$, ou $2x + y - 3z = 0$.

(d) Observemos inicialmente que a reta *r* não é paralela ao plano, π_1, determinado por *P* e *s*, já que um vetor normal a esse plano é $\overrightarrow{n_1} = (2,1,-3)$ que não é ortogonal a $\vec{r}$. Vamos encontrar o plano, π_2, determinado por *P* e *r*. Esse plano tem como vetores diretores $\vec{r} = (-2,-1,1)$ e $\overrightarrow{PR} = (7,6,-1)$ e uma equação geral para ele é dada por $det\begin{bmatrix} x-2 & y+1 & z-1 \\ -2 & -1 & 1 \\ 7 & 6 & -1 \end{bmatrix} = 0$ ou $x - y + z - 4 = 0$. Como anteriormente, observamos que a reta *s* não é paralela a esse plano, pois um vetor normal a π_2 é $\overrightarrow{n_2} = (1,-1,1)$ que não é ortogonal a $\vec{s}$.
Nessas condições, a reta procurada é $\pi_1 \cap \pi_2$ que tem como vetor diretor $\overrightarrow{n_1} \wedge \overrightarrow{n_2} = det\begin{bmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 2 & 1 & -3 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} = (-2,-5,-3)$, e equação vetorial $X = (2,-1,1) + \alpha(2,5,3),\ \alpha \in \mathbb{R}$.

2) Seja V um espaço vetorial de dimensão 6, e seja $B = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6\}$ uma base de V. Considere $T: V \mapsto V$ uma transformação linear tal que:

$$[T]_B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

(a) Calcule $T(v_1 + v_6)$ e $T(v_3 - v_4)$.

(b) Usando o item (a), encontre todos os autovalores de T e todos os autovetores de T.

(c) Mostre que T é diagonalizável e exiba uma base de V em relação à qual a matriz de T é diagonal.

RESPOSTA:

(a) Observando a primeira e a sexta colunas da matriz de T temos que $T(v_1) = v_6$ e $T(v_6) = v_1$. Como T é uma transformação linear, $T(v_1 + v_6) = T(v_1) + T(v_6) = v_6 + v_1$. Analogamente para as terceira e quarta colunas, $T(v_3) = v_4$ e $T(v_4) = v_3$ e então $T(v_3 - v_4) = v_4 - v_3 = -(v_3 - v_4)$.

(b) Do item (a) observamos que $v_1 + v_6$ é um autovetor de T associado ao autovalor 1, e que $v_3 - v_4$ é um autovetor de T associado ao autovalor -1. Pelo mesmo raciocínio calculamos: $T(v_2 + v_5) = v_2 + v_5$, $T(v_1 - v_6) = -(v_1 - v_6)$, $T(v_3 + v_4) = v_3 + v_4$, $T(v_2 - v_5) = -(v_2 - v_5)$. Vamos estudar a dependência linear do conjunto, $\{v_1 + v_6, v_2 + v_5, v_3 + v_4\}$, de autovetores associados ao autovalor 1: $\alpha_1 (v_1 + v_6) + \alpha_2 (v_2 + v_5) + \alpha_3 (v_3 + v_4) = 0$, donde temos $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$, já que $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6\}$ é uma base de V. Dessa forma concluímos que 1 é um autovalor de T com multiplicidade geométrica maior ou igual a 3. Fazendo o mesmo estudo com o conjunto $\{v_3 - v_4, v_1 - v_6, v_2 - v_5\}$, de autovetores associados ao autovalor -1, concluímos que -1 é um autovalor de T com multiplicidade geométrica maior ou igual a 3. É dado que dimensão de V é 6 e sabemos que autovetores associados a autovalores diferentes são linearmente independentes, então $C = \{v_1 + v_6, v_2 + v_5, v_3 + v_4, v_3 - v_4, v_1 - v_6, v_2 - v_5\}$ é uma base de V formada por autovetores de T e portanto os únicos autovalores de T são 1 e -1 com respectivos autoespaços: $[v_1 + v_6, v_2 + v_5, v_3 + v_4]$ e $[v_3 - v_4, v_1 - v_6, v_2 - v_5]$.

(c) Do item (b) temos que $C = \{v_1 + v_6, v_2 + v_5, v_3 + v_4, v_3 - v_4, v_1 - v_6, v_2 - v_5\}$ é uma base de V formada por autovetores de T, portanto T é diagonalizável e a matriz de T em relação à essa base é:

$$\begin{bmatrix} 1 & & & & & \\ & 1 & & & 0 & \\ & & 1 & & & \\ & & & -1 & & \\ & 0 & & & -1 & \\ & & & & & -1 \end{bmatrix}.$$

3) Em $\mathbb{R}^3$, considere o produto interno usual <(x,y,z),(a,b,c)>=ax+by+cz, para todos (x,y,z), (a,b,c) em $\mathbb{R}^3$, e o plano $\pi: x+y-z=0$. Seja $T:\mathbb{R}^3 \mapsto \mathbb{R}^3$ o operador linear definido por $T(v)=proj_\pi\, v$, isto é, $T(v)$ é a projeção ortogonal de *v* em π.

(a) Determine uma base do *kernel* de *T*, e uma base da imagem de *T.*

(b) Verifique que o polinômio característico de *T* é $p_T(t)=t(t-1)^2$.

(c) Mostre que *T* é um operador simétrico.

RESPOSTA:

(a) Sendo *T* a projeção ortogonal em π, temos que $T(v)=v$ para todo $v\in\pi$ e $T(n)=(0,0,0)$ se e somente se *n* é ortogonal a π. Um vetor ortogonal a π é $n=(1,1,-1)$, então a dimensão do kernel de *T* é maior ou igual a 1. A dimensão de π é 2 e π está contido na imagem de T, então a dimensão da imagem de *T* é maior ou igual a 2. Pelo teorema do núcleo e da imagem, sabemos que $3=\dim\mathbb{R}^3=\dim Ker(T)+\dim Im(T)$, concluímos assim que $\pi=Im(T)$ e que $Ker(T)=[n]$. Portanto uma base para $Im(T)$ é $\{(1,0,1),(0,1,1)\}$, e uma base para $Ker(T)$ é $\{(1,1,-1)\}$.

(b) Do item (a), vemos que 0 é um autovalor de *T* com multiplicidade geométrica igual a 1, e que 1 é um autovalor de *T* com multiplicidade geométrica maior ou igual a 2. Como o grau de $p_T=\dim\mathbb{R}^3=3$, concluímos que a multiplicidade algébrica de 1 é igual a 2, e portanto $p_T(t)=t(t-1)^2$.

(c) Do item (a) temos que $\{(1,1,-1),(1,0,1),(0,1,1)\}$ é uma base de $\mathbb{R}^3$ formada por autovetores de *T* , então *T* é diagonalizável. Para mostrar que *T* é um operador simétrico, vamos encontrar uma base ortonormal de $\mathbb{R}^3$ formada por autovetores de *T*. Para isso usaremos o método de ortogonalização de Gram-Schmidt. Construímos $e_1=\frac{1}{\|n\|}n=\frac{1}{\sqrt{3}}(1,1,-1)$, $e_2=\frac{1}{\sqrt{2}}(1,0,1)$ e $f_3=(0,1,1)-proj_{(1,0,1)}(0,1,1)=(0,1,1)-\frac{1}{2}(1,0,1)=\frac{1}{2}(-1,2,1)$. Note que o vetor f_3 é ortogonal a e_1 e a e_2, mas não tem módulo igual a 1. Então construímos $e_3=\frac{1}{\|f_3\|}f_3=\frac{1}{\sqrt{6}}(-1,2,1)$. Portanto temos que $\{e_1,e_2,e_3\}$ é uma base ortonormal de $\mathbb{R}^3$ formada por autovetores de *T*, a matriz de *T* em relação a essa base é $\begin{bmatrix}0&0&0\\0&1&0\\0&0&1\end{bmatrix}$ que é uma matriz simétrica, o que nos mostra que *T* é um operador simétrico.

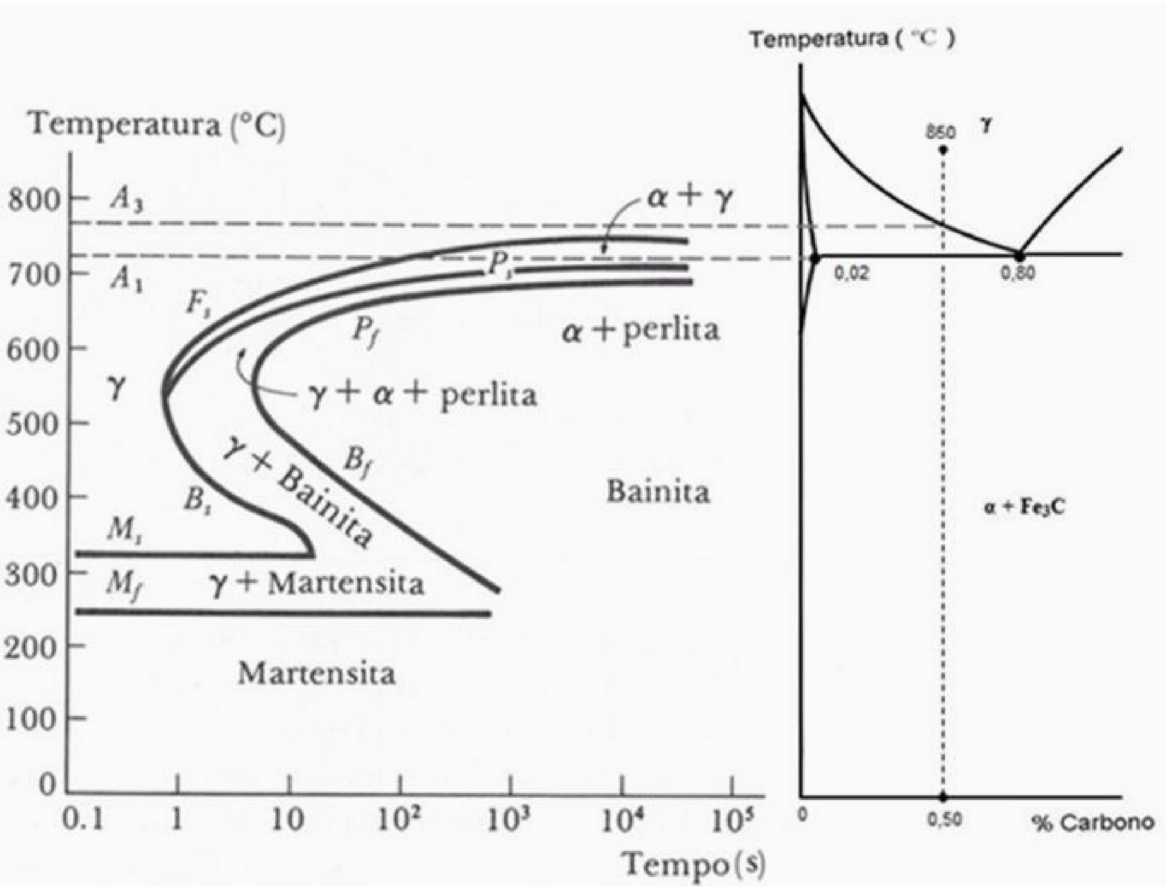
4) Uma chapa de aço SAE 1050 (0,50 % C) foi aquecida até a temperatura de 850 °C e mantida nesta temperatura por um tempo longo. Com base nos dados fornecidos pergunta-se:

a) Qual a microestrutura obtida na chapa se ela for resfriada em condições de equilíbrio até a temperatura ambiente?

b) Qual a fração volumétrica de ferrita pró-eutetóide obtida após este resfriamento? Qual a fração volumétrica de ferrita na microestrutura? A quantidade de ferrita na perlita é de 88%.

c) Se a chapa for resfriada rapidamente de 770 °C até a temperatura de 400 °C, mantida nesta temperatura por 15 s e, em seguida, resfriada bruscamente na temperatura ambiente, qual a microestrutura obtida na temperatura ambiente?

Dado:



RESPOSTA:

a) A microestrutura obtida é: ferrita pró-eutetóide e perlita.

b) Para calcular a fração volumétrica de ferrita pró-eutetóide basta aplicar a regra da alavanca na temperatura eutetóide, assim:

$$\%\,ferrita.pró-eutetóide=\frac{0,80-0,50}{0,8-0,02}x100=\frac{0,30}{0,78}x100=38,46\%$$

Para calcular a porcentagem de ferrita na temperatura ambiente é necessário calcular a porcentagem de austenita na temperatura A1 que ira se transformar:

$$\%austenita=\frac{0,50-0,02}{0,8-0,02}x100=\frac{0,48}{0,78}x100=61,54\%$$

Como somente a austenita se decompõe em ferrita e cementita, e como a porcentagem de ferrita na perlita é de 88%, o total de ferrita a partir da decomposição da austenita é de:

$$\%\,ferrita=61,54x0,88=\frac{0,48}{0,78}x100=54,15\%$$

Somando-se esse valor à quantidade de ferrita pró-eutetóide tem-se:

% ferrita na temperatura ambiente = 38,46 % + 54,15 % = 92,615 % de ferrita

c) Neste caso a microestrutura resultante é constituída de ferrita pró-eutetóide, martensita e bainita.

5) O alumínio é um metal com estrutura cristalina cúbica de face centrada (cfc). Dado o difractograma do alumínio, obtido com radiação de Cu Kα (λ = 0,154 nm), solicita-se:

a) Desenhar o plano (200) para o alumínio no local reservado para este fim. **Explicar** todas as etapas para determinar os pontos de intersecção com os eixos coordenados.

b) Para um difractograma do alumínio obtido por Raios X com radiação de cobre Kα com comprimento de onda (λ) de 0,154 nm, calcular o parâmetro de rede da célula unitária do alumínio, sabendo-se que o ângulo 2θ do plano (2 0 0) é 45º.

Dados: sen(45º) = 0,71; sen(22,5º) = 0,38; sen(2º) = 0,035; 1 nm = 10^{-9}m = 10^{-7} cm.

Lei de Bragg: $n.\lambda = 2.d_{hkl}.sen(\theta)$

Distância entre planos atômicos (hkl) para o sistema cúbico: $d_{hkl} = \dfrac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$,

em que: a = parâmetro de rede.

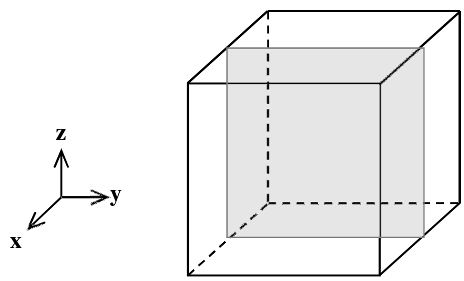
RESPOSTA:

a) Para calcular os interceptos do plano (200) nos eixos (x,y,z) basta pegar os índices de Miller do plano e encontrar os seus recíprocos. Assim:

	h	k	l
Índices de Miller	2	0	0
Recíprocos dos índices de Miller	1/2	1/0	1/0
Interceptos nos eixos (x,y,z)	1/2	∞ (paralelo)	∞ (paralelo)

Com estes resultados, o plano (200) intercepta o eixo x na metade da aresta do cubo e é paralelo aos eixos y e z, conforme mostra a figura abaixo:

Plano (200)



b) Para calcular o parâmetro de rede, deve-se antes calcular a distância entre os planos (200), utilizando a Lei de Bragg. Neste caso:

$$n.\lambda = 2.d.sen(\theta) \Rightarrow 1{,}0.0{,}154 = 2d_{(200)}sen(22{,}5°) \Rightarrow d_{(200)} = \frac{0{,}154}{2{,}0.0{,}38} = 0{,}203nm$$

Para calcular o parâmetro de rede (a) a partir da distância entre planos (200) utiliza-se a expressão:

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

Substituindo-se os valores de (hkl) na expressão tem-se:

$$d_{(200)} = \frac{a}{\sqrt{2^2 + 0^2 + 0^2}} = \frac{a}{\sqrt{4}} = \frac{a}{2} \Rightarrow a = 2.d_{(200)} = 2.0,203 = 0,406nm$$

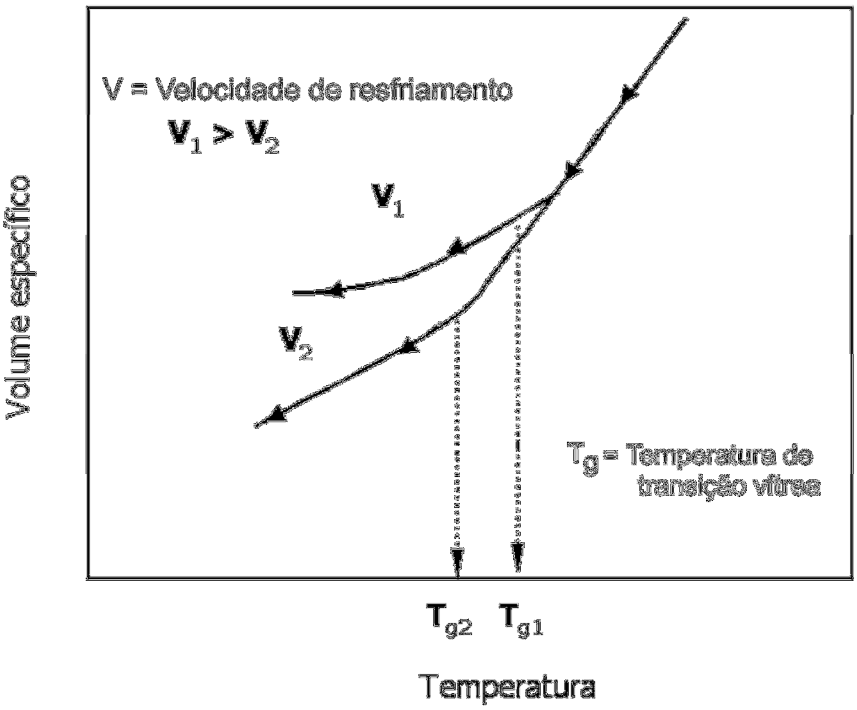
Assim, o parâmetro de rede do alumínio é 0,406 nm.

6) Uma chapa de vidro é temperada para ser utilizada como porta de 'box' de um banheiro. O processo de tempera do vidro consiste no resfriamento mais rápido da superfície da chapa, enquanto o núcleo está amolecido. Esta diferença de resfriamento causa uma diferença na temperatura de transição vítrea do material (Tg), conforme gráfico a seguir. Com base nestas informações pergunta-se:

a) Qual a definição da temperatura de transição vítrea de um material polimérico ou cerâmico? O que acontece quando um material é empregado em uma temperatura acima da Tg?

b) Para a chapa de vidro em questão, a superfície do vidro está comprimida? **Explicar** o porquê de sua resposta.

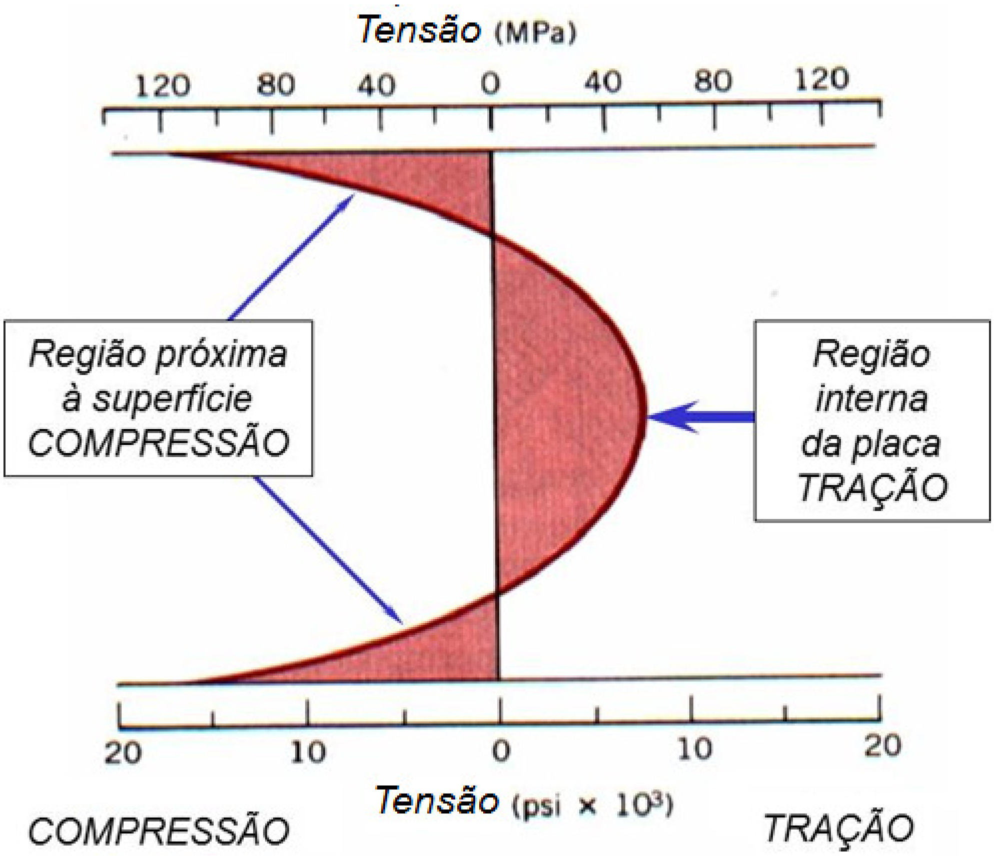
Dado:



RESPOSTA:

a) A temperatura de transição vítrea é uma transição reversível de um material amorfo (ou com regiões amorfas) de um comportamento de sólido rígido para o estado amolecido (fundido) ou 'borrachoso'. Quando um material é utilizado acima da Tg ele possui um comportamento 'borrachoso' (polímeros) ou líquido viscoso (cerâmicos).

b) Sim. Como a chapa de vidro é resfriada com uma velocidade maior na superfície, ela atinge o estado de sólido rígido antes do centro da chapa. Em outras palavras, a superfície terá uma variação de volume específico menor que o centro da chapa, gerando tensão de compressão na superfície e de tração no centro da chapa, conforme mostra a figura a seguir.



7) Um gás de um hidrocarboneto é queimado com ar. A análise de seus fumos em base seca apresenta: 1,5% de CO, 6,0% de CO_2, 8,2% de O_2, e 84,3% de N_2. Todas as porcentagens são molares. Sabe-se que no hidrocarboneto não há oxigênio. Determinar:

a) a razão (mols de H)/(mols de C) no combustível;

b) a porcentagem de excesso de ar utilizada na queima desse gás combustível.

Dados:

Massas atômicas: C=12; H=1; O=16, N=14.

Ar: 21% Oxigênio; 79% Nitrogênio (porcentagens volumétricas).

$C + O_2 \rightarrow CO_2$

$C + ½\,O_2 \rightarrow CO$

$H_2 + ½\,O_2 \rightarrow H_2O$

RESPOSTA:

a) Razão (mols de H)/(mols de C)

Base de cálculo: 100 mols de fumos secos.

Considerando-se que são queimados n_C mols de carbono e n_H mols de hidrogênio com n_{ar} mols de ar, tem-se:

Balanço para o nitrogênio:

$0{,}79n_{ar} = 100x0{,}843$

$\mathbf{n_{ar} = 106{,}7}$**mols de ar.**

Balanço para o carbono:

$$n_C = \underset{(CO)}{100x0{,}015} + \underset{(CO_2)}{100x0{,}060}$$

$\mathbf{n_C = 7{,}5}$ **mols de C**

Balanço do oxigênio:

$$0{,}21n_{ar}x2 = n_{H2O}x1 + 100x(\underset{(CO)}{0{,}015x1} + \underset{(CO_2)}{0{,}060x2} + \underset{(O_2)}{0{,}082x2})$$

$n_{H2O} = 14{,}9$ mols de água são liberados na queima do combustível, ou 29,8 mols de H.

Como todo o hidrogênio presente na água vem do combustível, a quantidade de hidrogênio presente nele será de 29,8mols de H.

Assim, a relação n_C/n_H será:

$\mathbf{n_C/n_H = 29{,}8/7{,}5 = 3{,}97}$**(mol de H)/(mol de C)**

b) Porcentagem de excesso de ar:

Quantidade de oxigênio teórico para consumir todo o carbono do combustível:

n_C = 7,5 mols de C

$C + O_2 \rightarrow CO_2$

1mol 1mol

7,5mol $n_{O2(carbono)}$

$n_{O2(carbono)}$ = 7,5 mols de oxigênio.

Quantidade de oxigênio teórico para consumir todo o hidrogênio do combustível:

$H_2 + ½ O_2 \rightarrow H_2O$

1mol ½ mol

29,8/2 mols $n_{O2(hidrogênio)}$

$n_{O2(hidrogênio)}$ = 7,45 mols de oxigênio.

Quantidade de oxigênio total necessária:

$n_{O2(carbono)} + n_{O2(hidrogênio)}$ = 7,5 + 7,45 = 14,95 mols de oxigênio = $n_{O2teórico}$

$n_{O2fornecido}$ = 0,21x106,7 = 22,4 mols de oxigênio.

EXCESSO = ($n_{O2fornecido}$ - $n_{O2teórico}$)/($n_{O2teórico}$) = (22,4 – 14,95)/14,95 = 0,498

Porcentagem de excesso = 49,8%

8) São conhecidas as eletronegatividades dos seguintes elementos:

- hidrogênio – H: 2,1;
- carbono – C: 2,5;
- cloro – Cl: 3,0;
- oxigênio – O: 3,5.

Considere as seguintes ligações: C – H; O – H; H – Cl. Fundamentando-se na teoria das ligações químicas, determine:

a) Qual a ligação mais polar.

b) Qual átomo tem uma carga positiva parcial em cada ligação.

RESPOSTA:

a) ligação mais polar:

Determinando-se as diferenças de eletronegatividades de cada ligação:

C – H = 2,5 – 2,1 = 0,4

O – H = 3,5 – 2,1 = 1,4

H – Cl = 3,0 – 2,1 = 0,9

Pelas diferenças de eletronegatividade, a ligação mais polar é a ligação O – H.

b) átomo com carga positiva parcial:

Em todas as ligações, o hidrogênio é sempre o elemento menos eletronegativo, portanto, sustenta em todas as ligações a carga positiva.

9) Duas barras de um mesmo metal M estão mergulhadas num mesmo eletrólito aquoso e de concentrações uniformes, porém com diferentes teores de oxigênio dissolvido. A pressão parcial do oxigênio num dos eletrodos é p_1 e no outro eletrodo é p_2, sendo $p_1>p_2$. Em condições ideais, o equilíbrio do eletrodo de oxigênio em solução neutra ou alcalina é:

$$2H_2O + O_2 + 4e^- \leftrightarrow 4OH^-$$

O potencial de equilíbrio nas condições padrão para essa reação é +0,401V.

Dado que:

Equação de Nernst:

$$E = E^0 + \frac{0,0591}{z}\log\frac{a_{oxidada}}{a_{reduzida}}$$

em que *E* é o potencial de equilíbrio fora das condições padrão; E^0 é o potencial de equilíbrio nas condições padrão; *z* é o número de moles de elétrons no sistema considerado; $a_{oxidada}$ representa as atividades das formas oxidadas do sistema; $a_{reduzida}$ representa as atividades das formas reduzidas do sistema; log representa o logaritmo decimal.

Determine:

a) O eletrodo que tem pressão parcial de oxigênio p_1 é o anodo ou catodo da pilha? **Justifique**.

b) Para que o sistema funcione como uma pilha com FEM (força eletromotriz) igual a 0,015V, qual deve ser a razão p_1/p_2? **Justifique**.

RESPOSTA:

a) eletrodo com pressão parcial p_1:

Escrevendo a equação de Nernst para os dois eletrodos:

$$E_1 = 0,401 + \frac{0,0591}{z}\log\frac{a_{H_2O}\,p_1}{a_{OH^-}}$$

$$E_2 = 0,401 + \frac{0,0591}{z}\log\frac{a_{H_2O}\,p_2}{a_{OH^-}}$$

a_{H2O} = 1 (líquido puro)

a_{OH-} é igual nos dois eletrodos pois apresentam concentrações uniformes.

Determinando-se a FEM da possível pilha:

$$E_1 - E_2 = FEM = \frac{0{,}0591}{4}\log\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$$

Para que o dispositivo funcione como pilha, FEM>0 e tal só é possível se $p_1>p_2$. Desta forma, o eletrodo com pressão parcial de oxigênio, p_1, será o catodo da pilha uma vez que a FEM é determinada como E(catodo) – E(anodo).

b) para uma FEM de 0,015V, a relação p_1/p_2:

Da equação obtida no item **a**):

$$E_1 - E_2 = FEM = \frac{0{,}0591}{4}\log\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$$

Para FEM = 0,015V, a relação p_1/p_2:

$$E_1 - E_2 = FEM = \frac{0{,}0591}{4}\log\left(\frac{p_1}{p_2}\right) = 0{,}015$$

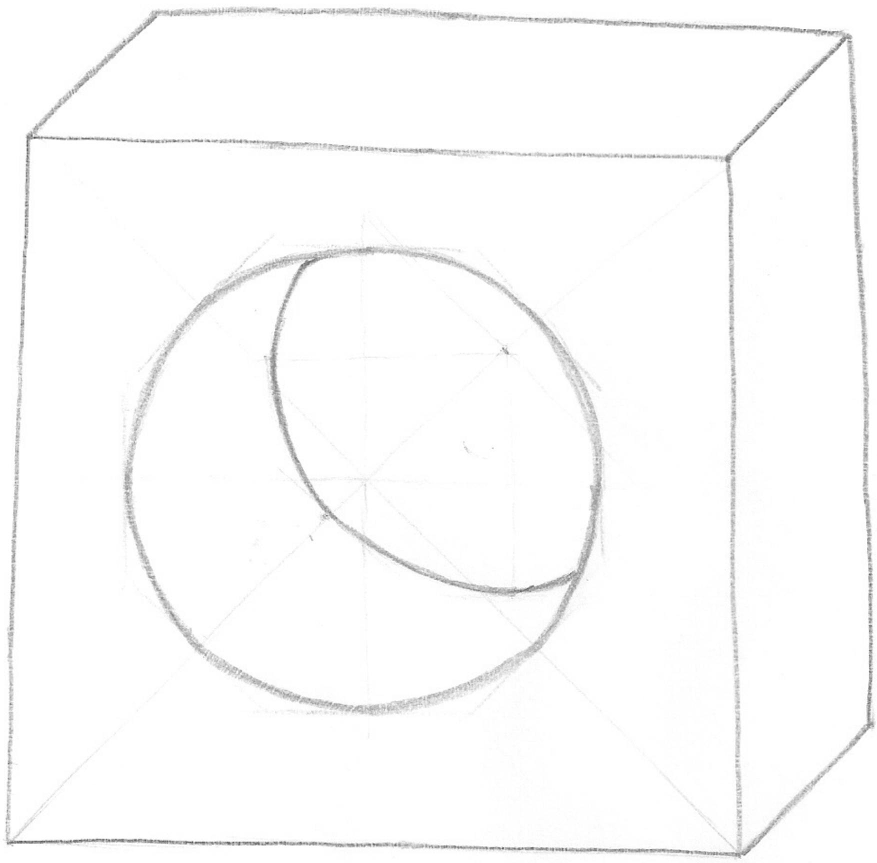
$$\frac{p_1}{p_2} = 10{,}4$$

10) Utilizando técnicas de esboço, faça um esboço (desenho à mão livre) do objeto descrito abaixo, usando **perspectiva cavaleira** (parâmetros à sua escolha).

OBJETO: Um cubo com um furo circular passante centrado em sua face frontal. A aresta do cubo no desenho deve ser aproximadamente do tamanho da metade da largura desta folha. O diâmetro do furo deve ser maior que a metade da aresta do cubo.

<u>Observação Importante</u>: *Nesta questão,* ***não podem ser usados*** *instrumentos (régua, compasso, esquadros, etc.) em nenhuma hipótese e de nenhuma maneira, pois está sendo avaliada sua habilidade de desenho à mão livre. Podem ser deixadas no desenho construções auxiliares em traço mais fraco, evidenciando o método de construção.*

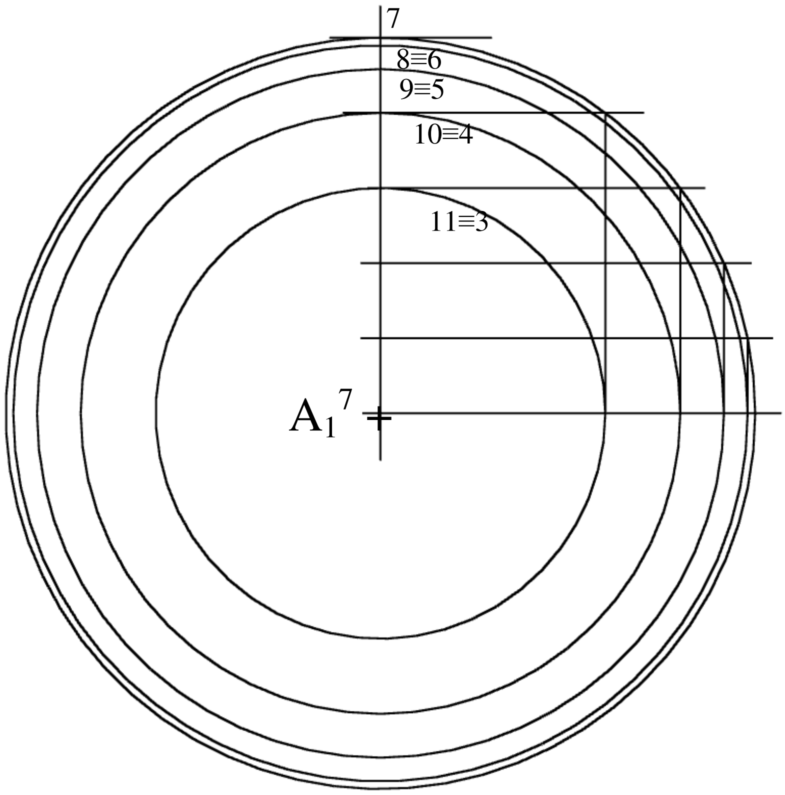
<u>RESPOSTA:</u>



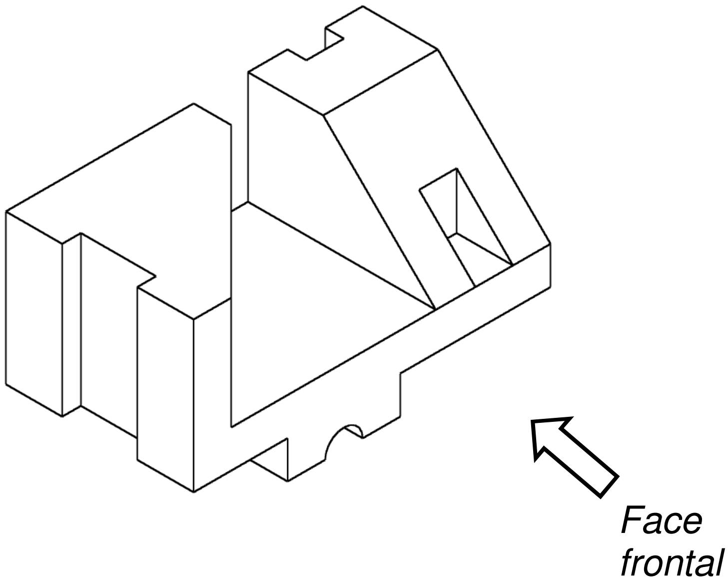
11) Represente as curvas de nível cotadas de metro em metro de uma esfera de diâmetro 10m cujo centro está no ponto A indicado, na cota 7m.

Escala 1:100   Unidade: metro

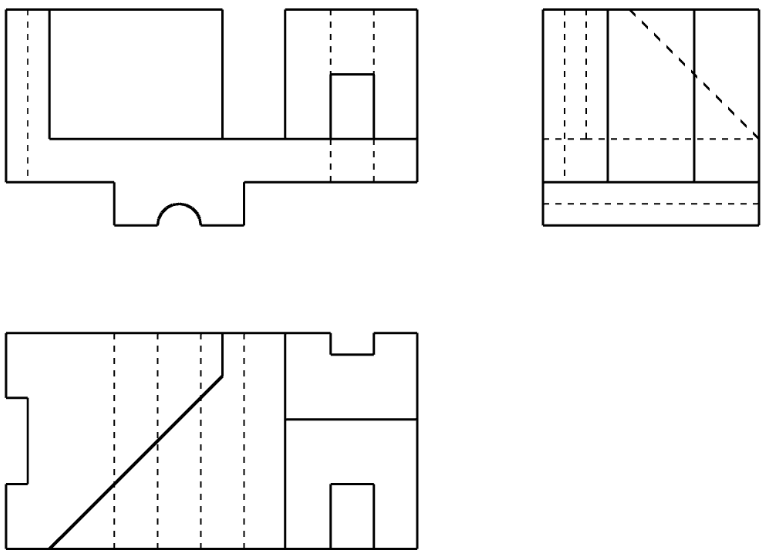
RESPOSTA:



12) Desenhe as vistas ortográficas frontal, superior e lateral esquerda da peça abaixo, no 1º diedro e em escala 1:1 (tome as medidas diretamente da perspectiva isométrica simplificada, que é dada na mesma escala). Não é necessário cotar as vistas.



RESPOSTA:

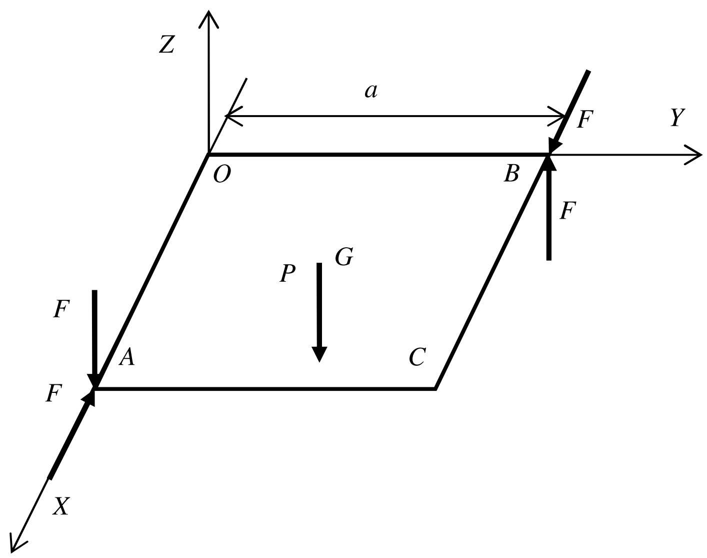


13) A figura mostra uma placa homogênea quadrada, de peso *P* e lado *a*, sujeita à ação de forças aplicadas nos pontos *A* e *B*. Considerando os eixos (*X,Y,Z*), orientados pelos versores $(\vec{i},\vec{j},\vec{k})$, pede-se:

a) A resultante $\vec{R}$ e o momento $\vec{M}_O$ do sistema de forças, este último calculado em relação ao polo *O*.

b) O momento $\vec{M}_G$ do sistema de forças em relação ao centro de massa *G* da placa.

c) Responda e justifique: O sistema é redutível a uma única força?



RESPOSTA:

a) Resultante e momento em relação ao polo O:

$$\vec{R} = (F - F)\vec{i} + (F - F)\vec{k} - P\vec{k}$$

$$\vec{R} = -P\vec{k}$$

$$\vec{M}_O = (A - O)\wedge\left((-F\vec{k}) + (-F\vec{i})\right) + (B - O)\wedge\left((F\vec{k}) + (F\vec{i})\right) + (G - O)\wedge(-P\vec{k}) =$$

$$= aF\vec{j} + aF\vec{i} - aF\vec{k} + \frac{a}{2}P(-\vec{i} + \vec{j})$$

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

b) Aplicando-se a fórmula de mudança de polo:

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

$$\vec{M}_G = aF\left(\vec{i} + \vec{j} - \vec{k}\right)$$

c) O sistema não é redutível a uma única força, pois o invariante,

$$\vec{M}_O \cdot \vec{R} = \vec{M}_G \cdot \vec{R} = aFP \neq 0\,,$$

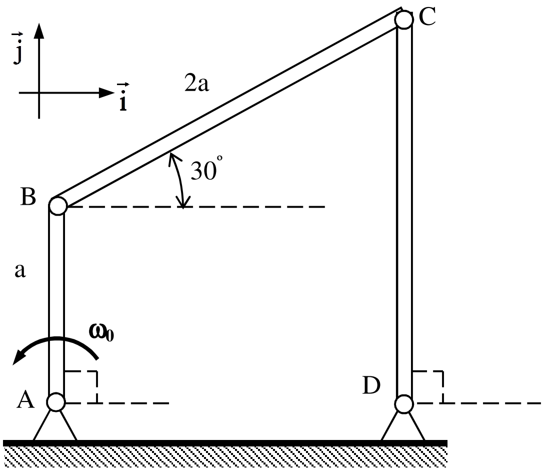
é não-nulo.

14) O mecanismo plano mostrado na figura é composto pelas barras AB, BC e CD, sendo A, B, C e D articulações. A barra AB gira com velocidade angular constante ω_0. Determine para o instante considerado e na base ($\vec{i}, \vec{j}$) indicada:

a) Os vetores velocidade e aceleração de B.

b) O centro instantâneo de rotação (CIR) da barra BC e sua velocidade angular.

c) A velocidade de C e a velocidade angular da barra CD.



RESPOSTA:

a) Velocidade do ponto B:

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{\omega}_O \wedge (B - A) = \vec{0} + \omega_O \vec{k} \wedge a\vec{j}$$
$$\vec{v}_B = -\omega_O a\vec{i}$$

Aceleração do ponto B:

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \dot{\vec{\omega}}_O \wedge (B - A) + \vec{\omega}_O \wedge [\vec{\omega}_O \wedge (B - A)]$$
$$\vec{a}_B = \vec{0} + \vec{0} + \omega_O \vec{k} \wedge [\omega_O \vec{k} \wedge a\vec{j}]$$
$$\vec{a}_B = -\omega_O^2 a\vec{j}$$

b) Para o instante considerado, a barra BC desenvolve um movimento de translação, portanto, sua velocidade angular é nula e o centro instantâneo de rotação não está definido.

c)

$$\vec{v}_C = \vec{v}_B$$

$$\vec{\omega}_{CD} = \frac{v_C}{(a + 2a\cos 30^o)}\vec{k} = \frac{v_C}{2a}\vec{k}$$

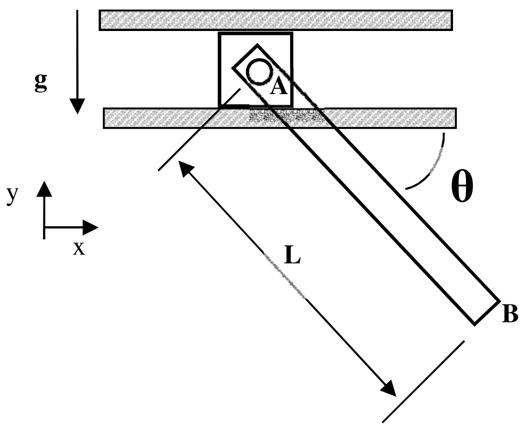
15) A barra homogênea AB possui massa **m** e comprimento **L.** Através da articulação em A, conecta-se a um bloco de massa desprezível. O bloco, por sua vez, pode deslizar, sem atrito, no interior da guia horizontal mostrada. No instante inicial, o sistema está em repouso com a barra formando ângulo θ com a horizontal. Em determinado momento, a barra é solta. Pede-se, em função dos parâmetros dados:

a) O diagrama de corpo livre da barra.

b) O vetor aceleração angular da barra $\dot{\omega}$, para este momento.

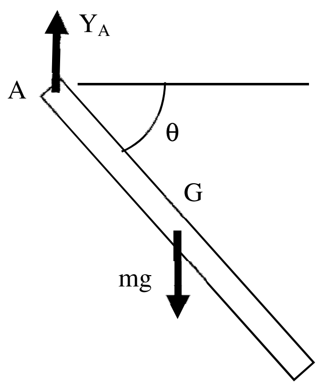
c) O vetor aceleração do baricentro da barra $\vec{a}_G$, para este momento.

<u>Dado</u>: para uma barra homogênea de massa m e comprimento L, $J_{Gz} = mL^2/12$.



RESPOSTA:

a)



b) e c)

Teorema do Movimento do Baricentro: $m\vec{a}_G = (Y_A - mg)\vec{j}$ $\begin{cases} a_{Gx} = 0 \\ a_{Gy} = \dfrac{1}{m}(Y_A - mg) \end{cases}$

Teorema da Quantidade de Movimento Angular: $\dot{\vec{H}}_G = \vec{M}_G$

$$\vec{H}_G = -J_{zG}\omega\vec{k} \Rightarrow \dot{\vec{H}}_G = -J_{zG}\dot{\omega}\vec{k} = -\frac{mL^2}{12}\dot{\omega}\vec{k}$$

$$\vec{M}_G = -Y_A\frac{L}{2}\cos\theta\vec{k}$$

$$Y_A = \frac{mL\dot{\omega}}{6\cos\theta}$$

Relação cinemática:

$$\vec{a}_G = \vec{a}_A + \dot{\vec{\omega}} \wedge (G-A) + \vec{\omega} \wedge [\vec{\omega} \wedge (G-A)] \;\; \vec{a}_A = a_A\vec{i}\,,\, \vec{\omega} = \vec{0}$$

$$\vec{a}_G = a_A\vec{i} - \dot{\omega}\vec{k} \wedge \frac{L}{2}(\cos\theta\vec{i} - sen\theta\vec{j}) = \left(a_A - \dot{\omega}\frac{L}{2}sen\theta\right)\vec{i} - \dot{\omega}\frac{L}{2}\cos\theta\vec{j} \Rightarrow a_{Gy} = -\dot{\omega}\frac{L}{2}\cos\theta$$

Das expressões acima:

$$\dot{\vec{\omega}} = -\frac{6g\cos\theta}{L(1-3\cos^2\theta)}\vec{k} \quad \text{e} \quad \vec{a}_G = -\frac{3g\cos^2\theta}{1-3\cos^2\theta}$$