EXAME DE TRANSFERÊNCIA EXTERNA 2009
(SEGUNDA FASE)

EXAME PARA PORTADORES DE DIPLOMA DE NÍVEL SUPERIOR 2009

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

19/10/2008

Nome Completo: ____

Documento de Identidade: ____

Assinatura: ____

INSTRUÇÕES:

1. **SOMENTE INICIAR A PROVA QUANDO FOR AUTORIZADO PELO FISCAL DA SALA.**
2. A prova tem **34 páginas**, incluindo a página de rosto. O espaço em branco que segue cada uma das **15 questões** é para a resolução da questão. As páginas **32**, **33** e **34** são para RASCUNHO e não serão consideradas na correção. *[Não vale para este gabarito, que tem 23 páginas]*
3. Verificar se o seu **nome** e a sua **opção de curso** estão corretas 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 NA 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 da questão.
9. Duração da prova: **5 horas**. Saída permitida a partir das **14h 30min**.
10. Não é permitido fumar na sala.

Gabarito

1) Seja $\Sigma = (O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ um sistema de coordenadas ortogonal em E^3, onde $\{\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}\}$ é uma base ortonormal positiva de V^3.

Considere os pontos: $A = (1,1,2)_\Sigma$, $B = (0,1,2)_\Sigma$, $C = (1,1,0)_\Sigma$ e $D = (0,1,0)_\Sigma$.

a) Mostre que os pontos *A*, *B*, *C* e *D* são vértices de um retângulo;

b) Calcule a área do retângulo *ABCD*;

c) Calcule o volume da pirâmide *OABCD*;

d) Ache uma equação geral para o plano π, que é determinado pelos pontos *A*, *B, C* e *D;*

e) Seja π_1 um plano paralelo ao plano π, e suponha que uma fonte de luz situada na origem *O* projeta sobre π_1 a sombra do anteparo *ABCD*. Ache as sombras *A'*, *B', C'* e *D'* dos vértices *A*, *B, C* e *D, respectivamente*.

RESPOSTA:

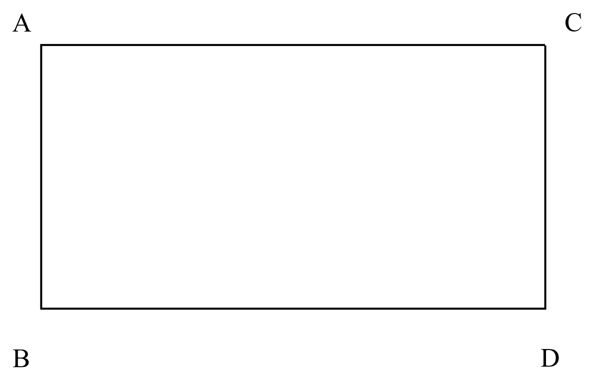
a) Dos pontos dados obtemos os vetores:

$\vec{AB}$=(-1,0,0), $\vec{AC}$=(0,0,-2), $\vec{AD}$=(-1,0,-2), $\vec{BC}$=(1,0,-2), $\vec{BD}$=(0,0,-2) e $\vec{CD}$=(-1,0,0),

donde observamos que $\vec{AB} = \vec{CD}$, assim como $\vec{AC} = \vec{BD}$.

Uma equação vetorial da reta determinada por *A* e *B* é X=(1,1,2)+λ(-1,0,0), $\lambda \in \Re$. Se o ponto *C* pertencesse à essa reta teríamos 2=0, o que é uma contradição. Portanto os quatro pontos formam um paralelogramo.

Calculando o produto escalar: $\vec{AC} \bullet \vec{AB} = 0$, concluímos que esses vetores são ortogonais e assim os pontos dados são vértices de um retângulo.



b) A área do retângulo é igual a $\|\vec{AB}\|\,\|\vec{AC}\|$=2.

c) O volume da pirâmide *OABCD* é calculado através produto misto dos vetores pela expressão: $(1/3)|[\vec{OA}, \vec{OB}, \vec{OC}]| = \frac{1}{3}\left|\det\begin{bmatrix}1 & 1 & 2\\ 0 & 1 & 2\\ 1 & 1 & 0\end{bmatrix}\right| = \frac{2}{3}$.

d) Os vetores $\vec{AB}$ e $\vec{AC}$ são diretores do plano procurado e o ponto A está nesse plano. Então uma equação do plano π determinado pelos pontos dados é dada por:

$\det\begin{bmatrix} x-1 & y-1 & z-2 \\ 0 & 0 & -2 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}=0$, então $2(y-1)=0$,

ou seja, $\boldsymbol{\pi}$**:** $\boldsymbol{y=1}$.

e) Como π_1 é paralelo a π, uma equação geral de π_1 é $y=k$, para algum $k\in\Re$. A sombra do ponto A em π_1 é obtida pela interseção da reta determinada por O e A, que tem como uma equação vetorial: $X=(0,0,0)+\lambda(1,1,2)$, $\lambda\in\Re$, com o plano π_1.

Então temos $A'=(k, k, 2k)_\Sigma$.

Da mesma forma obtemos as sombras $B'=(0, k, 2k)_\Sigma$, $C'=(k, k, 0)_\Sigma$ e $D'=(0, k, 0)_\Sigma$.

2) Seja B = { (1,0,0,0), (0,1,0,0), (0,0,1,0), (0,0,0,1) } base de $\Re^4$. Considere a transformação linear **T**: $\Re^4 \rightarrow \Re^4$ cuja matriz em relação à base B é:

$$A=\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 & 3 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \end{pmatrix}.$$

a) Determine uma base do núcleo (kernel) de **T** e calcule a dimensão da imagem de **T** (*Justifique esse cálculo*);

b) Mostre que 0 é autovalor de **T** e que v = (1,2,3,4) é autovetor de **T**;

c) Ache todos os autovetores de **T**;

d) Prove que a transformação **T** é diagonalizável e exiba uma matriz de **T** na forma diagonal.

RESPOSTA:

a) Observamos que a matriz A tem somente uma coluna linearmente independente; isso nos diz que a dimensão da imagem de **T** é 1.
Pelo Teorema do Núcleo e da Imagem de uma transformação linear temos:
dim ker(**T**) + dim Im(**T**) = dim $\Re^4$ = 4.
Então a dimensão do núcleo de **T** é: dim ker(**T**) = 3.

Seja $(x,y,z,w) \in$ ker(**T**), então $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 & 3 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \end{pmatrix}\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ e, assim, $x+y+z+w=0$.

Temos $x=-y-z-w$. Assim ker(**T**)={($-y-z-w,y,z,w$) / $y,z,w \in$ P}.
Desde que dim ker(**T**)=3, uma base de ker(**T**) é:
{(-1,1,0,0),(-1,0,1,0),(-1,0,0,1)},
já que esses três vetores são linearmente independentes, pois se
$\propto$(-1,1,0,0)+β(-1,0,1,0)+γ(-1,0,0,1)=(0,0,0,0), então $\propto$=β=γ=0.

b) No item (a) determinamos o kernel de **T**. Sabemos que os vetores não nulos desse subespaço são autovetores de **T** associados ao autovalor 0.
Para verificarmos que v = (1,2,3,4) é autovetor de **T** vamos calcular:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 & 3 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \end{pmatrix}\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \\ 40 \end{bmatrix} = 10\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix},$$

donde vemos que (1,2,3,4) é autovetor de **T** associado ao autovalor 10.

c) No item (a) vimos que 0 é autovalor de **T** com multiplicidade geométrica 3 e que o autoespaço associado ao 0 é V(0)= ker(**T**).

Como a dimensão de $\Re^4$ é 4 e no item (b) verificamos que (1,2,3,4) é autovetor de **T** associado ao autovalor 10, concluímos que o autoespaço associado a 10 deve ter dimensão igual a 1 e, portanto,

$V(10)=\{\alpha(1,2,3,4)/\ \alpha\in\Re\}$,

já que sabemos que autovetores associados a autovalores diferentes são linearmente independentes.

d) Do item anterior temos que uma base de $\Re^4$ formada por autovetores de **T** é:

X={(-1,1,0,0),(-1,0,1,0),(-1,0,0,1), (1,2,3,4) } e, portanto, **T** é diagonalizável, e

a matriz de **T** em relação à base X é: $[\mathbf{T}]_X = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 10 \end{pmatrix}$.

3) Considere em $\Re^3$ o produto interno usual, $<(x,y,z),(a,b,c)>=ax+by+cz$, para todos (x,y,z), (a,b,c) em $\Re^3$. Dado o vetor u = (2,3,6), seja **P** a projeção ortogonal na direção de u, **P**: $\Re^3 \to \Re^3$, definida por **P**(w)=proj$_u$(w). Seja **R** a reflexão **R**: $\Re^3 \to \Re^3$, definida por **R** = **I-2P**, onde **I** é o operador identidade de $\Re^3$.

a) Calcule **P**(x,y,z) e **R**(x,y,z);

b) Exiba a matriz da reflexão **R** = **I-2P** em relação à base

B= {(1,0,0),(0,1,0),(0,0,1)} de $\Re^3$;

c) Descreva geometricamente o operador reflexão **R** = **I-2P**;

d) Determine o vetor que se obtém a partir de v = (1,1,1) por reflexão em torno do plano perpendicular a u.

RESPOSTA:

a) A projeção ortogonal na direção de u é: $\mathbf{P}(w)=\dfrac{< u, w >}{\|u\|^2}u$,

então

$$\mathbf{P}(x,y,z) = \frac{2x+3y+6z}{49}(2,3,6) = \left(\frac{4x+6y+12z}{49},\frac{6x+9y+18z}{49},\frac{12x+18y+36z}{49}\right).$$

$$\mathbf{R}(x,y,z) = \mathbf{I}(x,y,z) - 2\mathbf{P}(x,y,z) = (x,y,z) - \left(\frac{8x+12y+24z}{49},\frac{12x+18y+36z}{49},\frac{24x+36y+72z}{49}\right)$$

$$= \left(\frac{41x-12y-24z}{49},\frac{-12x+31y-36z}{49},\frac{-24x-36y-23z}{49}\right).$$

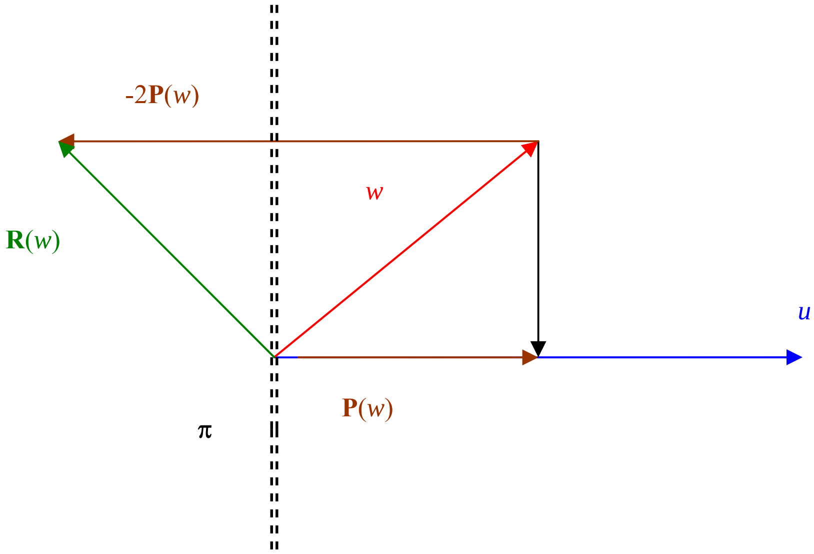
b) A matriz da reflexão **R** em relação à base B é:

$$[\mathbf{R}]_B = \frac{1}{49}\begin{pmatrix} 41 & -12 & -24 \\ -12 & 31 & -36 \\ -24 & -36 & -23 \end{pmatrix}.$$

c) O operador **R** faz a reflexão do vetor w em torno do plano perpendicular a u, pois **R**(w) - **I**(w) = **-2P**(w), que é paralelo a u e, mais ainda, **R**(w) = **I**(w) - **2P**(w) = [**I**(w) - **P**(w)] + (-**P**(w)), e sabemos que **I**(w) - **P**(w) = w -**P**(w) é ortogonal a **P**(w), ou seja, ortogonal a u.

Temos então: $\|\mathbf{R}(w)\|^2 = \|w - 2\mathbf{P}(w)\|^2 = \|\,[w - \mathbf{P}(w)] + (-\mathbf{P}(w))\,\|^2 = \|\,w - \mathbf{P}(w)\,\|^2 + \|\mathbf{P}(w)\|^2 = \|w\|^2$.

Veja figura:



(π é o plano perpendicular a u)

d) O vetor procurado é **R**(1,1,1) que pode ser calculado através do produto matricial:

$$\frac{1}{49}\begin{pmatrix} 41 & -12 & -24 \\ -12 & 31 & -36 \\ -24 & -36 & -23 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{49}\begin{pmatrix} 5 \\ -17 \\ -83 \end{pmatrix}.$$

Portanto **R**(1,1,1) = $\frac{1}{49}$(5,-17,-83).

4) A magnitude e a direção da distorção de um reticulado relativo à presença de uma discordância é expressa pelo vetor de Burgers (**b**).

a) Desenhar na figura fornecida o vetor de Burgers para uma discordância em cunha em um reticulado cúbico simples. Descrever a orientação relativa do vetor de Burgers com a discordância;

b) Desenhar as direções de maior densidade atômica para as estruturas cristalinas CCC (cúbico de corpo centrado) e CFC (cúbico de face centrada);

c) O vetor de Burgers é dado pela expressão:

$$b = \frac{a}{2}[h,k,l]$$

onde:

a = comprimento da aresta da célula unitária.

[hkl] = direção cristalográfica com maior densidade atômica.

O módulo do vetor de Burgers é dado por:

$$|b| = \frac{a}{2}\sqrt{(h^2 + k^2 + l^2)}$$

Calcular o módulo do vetor de Burgers para o Fe(α) e Fe(γ), sabendo-se que o comprimento da aresta da célula unitária é de 0,286 nm e 0,356 nm, respectivamente.

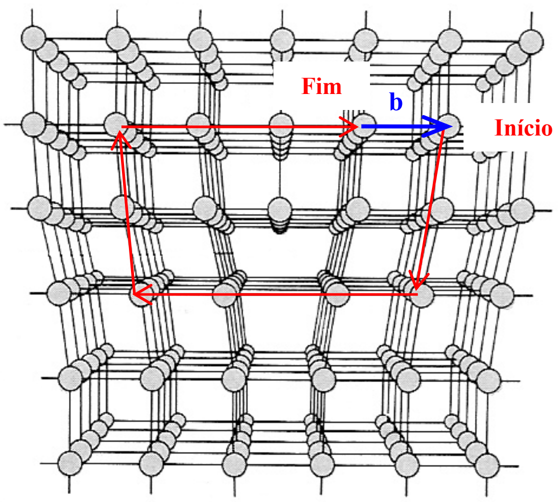
Dados:

$\sqrt{2} = 1{,}41$

$\sqrt{3} = 1{,}73$

RESPOSTA:

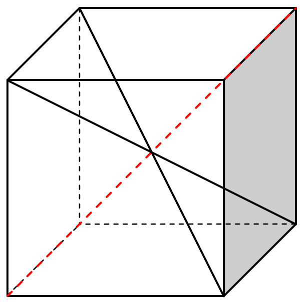
a)



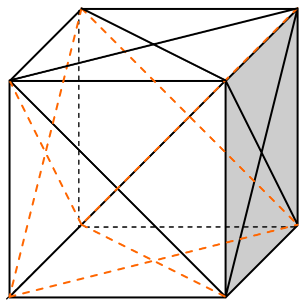
Descrição da orientação:

Para a discordância em cunha o vetor de Burgers é perpendicular à linha da discordância.

b)



CCC



CFC

diagonais do cubo

FAMÍLIA DE DIREÇÕES <111>

diagonais das faces do cubo

FAMÍLIA DE DIREÇÕES <110>

c) Para o Fe(α)

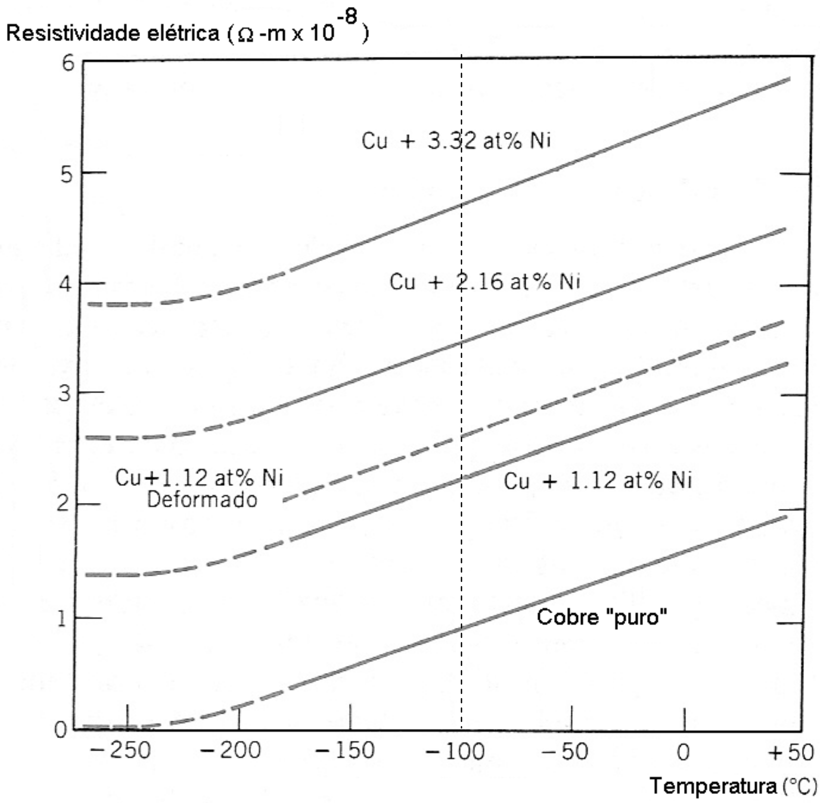
$$\left|b\right| = \frac{a}{2}\sqrt{(h^2+k^2+l^2} = \frac{0{,}286}{2}\sqrt{(1^2+1^2+1^2)} = 0{,}143\sqrt{3} = 0{,}247\text{nm}$$

Para o Fe(γ)

$$\left|b\right| = \frac{a}{2}\sqrt{(h^2+k^2+l^2} = \frac{0{,}356}{2}\sqrt{(1^2+1^2+0^2)} = 0{,}178\sqrt{2} = 0{,}251\text{nm}$$

5) Resolva:

a) Com relação à resistividade elétrica dos metais, enumerar e explicar os mecanismos que aumentam a resistividade de um metal, por exemplo, a -100°C.



b) A condutividade elétrica (σ) para um semicondutor intrínseco pode ser dada por:

$$\sigma = n\,|e|\,\mu_e + p\,|e|\,\mu_b$$

onde:

n = concentração de elétrons livres por volume.
p = concentração de buracos por volume.
$|e|$ = módulo da carga do elétron = $1{,}6 \times 10^{-19}$ C.
μ_e = mobilidade do elétron livre.
μ_b = mobilidade do buraco.

Sabendo-se que o Ge possui:

1. condutividade elétrica de 2 $\Omega^{-1}.m^{-1}$ na temperatura ambiente,
2. mobilidade dos elétrons livres de 0,4 $m^2V^{-1}s^{-1}$ e dos buracos de 0,2 $m^2V^{-1}s^{-1}$,

calcule a concentração de elétrons livre e buracos na temperatura ambiente.

c) Um semicondutor extrínseco é aquele que possui suas características elétricas determinadas pela concentração de impurezas. Supondo que o germânio seja dopado por boro na concentração de 2×10^{20} m^3, qual o tipo de semicondutor formado (tipo 'p' ou tipo 'n')? Qual a condutividade para as condições fornecidas?

Dados:

Ge = número de oxidação do germânio = 4+
B = número de oxidação do boro = 3+
Semicondutor tipo 'n' $\rightarrow \sigma \approx n\,|e|\,\mu_e$
Semicondutor tipo 'p' $\rightarrow \sigma \approx p\,|e|\,\mu_b$

RESPOSTA:

a) Os mecanismos de aumento da resistividade são:

Térmico = vibrações do reticulado e presença de lacunas espalham os elétrons livres, aumentando a resistividade.

Impurezas = as impurezas atuam como locais de espalhamento dos elétrons livres, aumentando a resistividade, como pode ser notado comparando-se, a -100°C, a resistividade do cobre puro com a do cobre com 1,12 at% de Ni.

Deformação plástica = a deformação plástica aumenta a densidade de discordâncias e, conseqüentemente, os locais para espalhamento dos elétrons livres, como pode ser observado comparando-se a resistividade da liga cobre com 1,12 at% de Ni, sem deformação e com deformação plástica.

b) No semicondutor intrínseco a quantidade de elétrons livres e de buracos são iguais, assim a equação para calcular a concentração de elétrons livres e de buracos torna-se:

$$\sigma = n\,|e|\,(\mu_e + \mu_b)$$

$$n = p = \frac{\sigma}{|e|(\mu_e + \mu_b)} = \frac{2}{1{,}6x10^{-19}(0{,}4+0{,}2)} \cong 2{,}08x10^{19}\,m^{-3}$$

c) Como o número de oxidação do boro é menor que do Ge, tem-se excesso de carga positiva e, conseqüentemente, forma-se um semicondutor tipo ‘p’.

A condutividade é calculada pela equação:

$$\sigma \approx p\,|e|\,\mu_b = 2 \text{ x } 10^{20} \text{ x } 1{,}6 \text{ x } 10^{-19} \text{ x } 0{,}2 = 6{,}4\ (\Omega.\text{m})^{-1}$$

6) Uma barra de aço SAE 1045 (0,45 % C) foi aquecida até a temperatura de 900°C.

a) Qual a microestrutura obtida na barra se for resfriada em condições de equilíbrio?

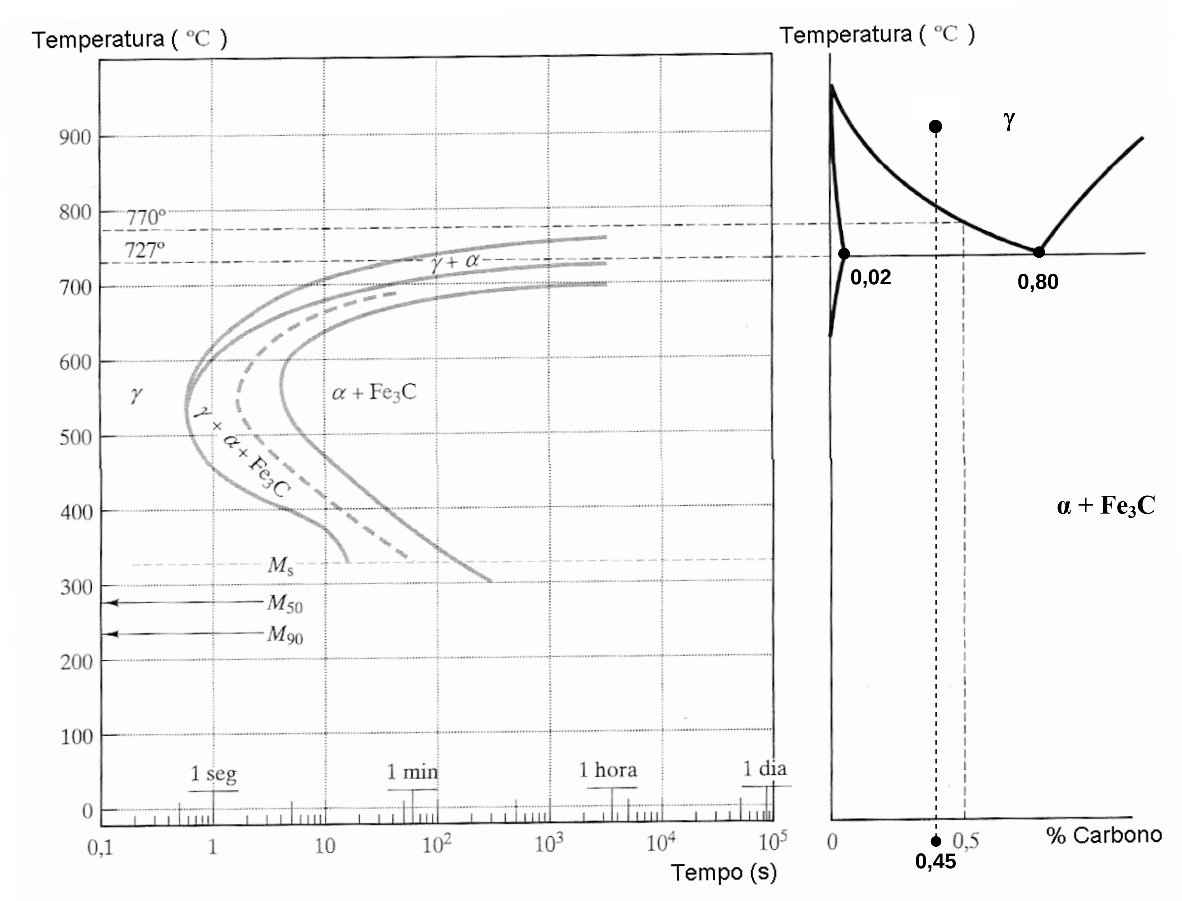
b) Com base nos dados fornecidos, qual a fração volumétrica de ferrita pró-eutetóide obtida?

c) Se a barra for reaquecida até a temperatura de 770°C, e mantida nesta temperatura até atingir a microestrutura de equilíbrio, e supondo que a solubilidade máxima de carbono na ferrita nesta temperatura é de 0,02% de C, qual a fração de ferrita nesta temperatura?

d) Se a barra for resfriada de 770°C até a temperatura ambiente com uma velocidade de 100°C/s no centro da barra, qual a microestrutura obtida na temperatura ambiente?

Dados:

Temperatura Ambiente = 25°C



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:

$$\% \, ferrita.pró - eutetóide = \frac{0{,}80 - 0{,}45}{0{,}8 - 0{,}02} x100 = \frac{0{,}35}{0{,}78} x100 = 44{,}87\%$$

c) Quando reaquecida a 770°C, é só aplicar de novo a regra da alavanca, desta vez na temperatura de 770°C:

$$\% \, ferrita.pró - eutetóide = \frac{0{,}50 - 0{,}45}{0{,}5 - 0{,}02} x100 = \frac{0{,}05}{0{,}48} x100 = 10{,}42\%$$

d) O tempo de resfriamento da barra na temperatura de 770°C até a temperatura ambiente de 25°C a uma velocidade de resfriamento de 100°C/s é de 7,45 segundos ((770-25)/100). Neste caso a microestrutura resultante é ferrita pró-eutetóide mais martensita.

7) Uma tubulação de aço-carbono, a ser utilizada para transportar uma solução de ácido clorídrico, foi submetida a um teste de corrosão para avaliação. A tubulação de aço foi revestida internamente com uma camada de 2cm de espessura de zinco metálico. Verificou-se que há uma densidade de corrente de corrosão de $10mA/m^2$. Para essa situação:

a) Verificar se o revestimento protege a tubulação por um período de 1 ano;

b) Qual a pilha formada no processo de corrosão? Justificar.

Considere como informações:

Lei de Faraday: MF = KIt

onde:

M = perda de massa do metal que reage;

F = constante de Faraday = 96500 Coulombs;

K = equivalente eletroquímico do metal;

I = intensidade de corrente em Ampère;

t = tempo em segundos.

Perda de espessura: mpy = 534V/ρ

onde:

mpy = perda de espessura do metal em milipolegadas por ano;

V = velocidade de corrosão

(Perda de massa em mg) / (Tempo em dias.Área em cm^2);

ρ = massa específica do metal em g/cm^3.

1polegada = 2,54cm

ρ (zinco) = $7,13g/cm^3$

Massas atômicas: zinco: 65,4g/mol; ferro: 55,85g/mol; cloro: 71g/mol; hidrogênio: 2g/mol

$Zn^{2+} + 2e \rightarrow Zn$ $E^o = -0,763V$

$Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$ $E^o = 1,360V$

$2H^+ + 2e \rightarrow H_2$ $E^o = 0,000V$

$Fe^{2+} + 2e \rightarrow Fe$ $E^o = -0,440V$

RESPOSTA:

a) Da Lei de Faraday:

$$MF = KIt$$

Dividindo-se ambos os membros por A (área):

$$\frac{MF}{A} = Kt\frac{I}{A}$$

ou

$$\frac{MF}{At} = K\frac{I}{A}$$

O termo M/At representa a velocidade de corrosão, V, do metal no meio em questão. O termo I/A representa a densidade de corrosão para o metal em questão. Assim tem-se:

$VF = Ki$

e

$$V = \frac{Ki}{F}$$

O equivalente-grama para o zinco é:

$Zn^{2+} + 2e \rightarrow Zn$

65,4g...2mols de elétrons

K......1 mol de elétrons

K = 32,7g

Logo:

$$V = \frac{Ki}{F} = \frac{32{,}7x10x10^{-3}}{96500} = 3{,}34x10^{-6}\, g/m^2.s = 3{,}34x10^{-8}\, g/cm^2.s = 2{,}89mg/cm^2.dia$$

Calculado-se a perda de espessura:

Mpy = 534x2,89/7,13=216,4mpy=0,55cm

Logo, o revestimento resiste por 1ano.

b) A pilha formada no processo de corrosão deve envolver um processo anódico (desgaste de um metal) e um processo catódico (redução de alguma espécie do meio). Para o processo anódico, a reação é a de oxidação do Zinco, já que entre o Ferro e o Zinco, o potencial de equilíbrio do Zinco para a oxidação é maior.

$Zn^{2+} + 2e \rightarrow Zn \quad E^o = -0{,}763V$

Para o processo catódico, a redução será do íon hidrogênio, já que é a única espécie do meio possível de ser reduzida:

$2H^+ + 2e \rightarrow H_2 \quad E^o = 0{,}000V$

8) Deseja-se produzir vapor de água a 1,2 atm e 120ºC. Para tanto, dispõe-se de um carvão cuja análise elementar é C=78%; H=6%; O=7%; N=3%; S=2%; Cinzas=4%. A água disponível para gerar o vapor está a 25ºC. Necessita-se de produzir 1t/h de vapor de água. Os gases da combustão que irão aquecer a água saem do processo a 140ºC. Considerando que a eficiência da transferência de calor para a água durante a combustão do carvão seja de 100%, qual deve ser a quantidade de carvão, em kg/h, necessária para essa produção?

Dados:

*para a água:
-calor latente de vaporização: 10,5 kcal/mol = 583 cal/g
-calor específico do líquido: 1 cal/g.^oC
-calor específico do vapor: 0,457 cal/g.^oC

Massa atômicas: C=12; H=1; O=16; N=14; S=32.

Reações termoquímicas de combustão:
$C + O_2 \rightarrow CO_2$ ΔH=-96,7kcal/mol;
$H_2 + ½ O_2 \rightarrow H_2O$ ΔH=-68,3kcal/mol (água no estado líquido);
$S + O_2 \rightarrow SO_2$ ΔH=-72,0kcal/mol

PC(I ou S) = $- \Sigma n_i \Delta H_i$
PCI = poder calorífico inferior; PCS = poder calorífico superior;
n = número de mols; ΔH_i = entalpia de combustão da substância i

---

RESPOSTA:

Como os gases são liberados a 140ºC, deve-se empregar, no cálculo, o PCI (poder calorífico inferior). Para 1kg de combustível:

ELEMENTO	PORCENTAGEM EM MASSA	MASSA (em g)	NÚMERO DE MOLS
C	78	780	65
H	6	60	30
O	7	70	2,1875
N	3	30	1,07
S	2	20	0,625
Cinzas	4	40	---

Cálculo do PCS:

Determinação da quantidade de hidrogênio livre:
$H_2 + ½ O_2 \rightarrow H_2O$
1.......0,5
x.......2,1875
x = 4,375 mols de hidrogênio ligado
Hidrogênio livre = 30 – 4,375 = 25,625 mols

PCS = -[65x(-96,7) + 25,625x(-68,3) + 0,625X(-72,0)] = 8080,7 kcal/kg

Cálculo do PCI:
PCI = PCS –n(água total)λ
PCI = 8080,6 – 30x10,5 = 7765,7 kcal/kg

Massa de combustível necessária para produzir 1t/h de vapor:

m(água)x$cp_l \Delta T$ +m(água) λ + m(água)x$cp_v \Delta T$ = PCIxm(carvão)

1000000x1x(100-25) + 1000000x583 + 1000000x 0,475x(120-100) = 7765,7xm(carvão)

m(carvão) = 85954,9g/h ou aproximadamente 86kg/h de carvão

9) Três substâncias identificadas com A, B e C apresentam as características listadas a seguir:

SUBSTÂNCIA	ESTADO FÍSICO	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	SOLUBILIDADE EM ÁGUA
A	Sólido	Alta quando pura	Insolúvel
B	Gás	Nula	Insolúvel
C	Sólido	Alta quando em solução	Solúvel

Com base nas informações fornecidas e nos conceitos e ligações químicas, identificar a ligação química presente em cada substância. Justifique.

RESPOSTA:

Substância A:

Ligação metálica.

Justificativa: apresenta-se como um sólido, o que é característico de metais. Condutividade elétrica alta quando pura. A presença de impurezas num metal dificulta a movimentação dos elétrons livre que promovem a condução. Metais são insolúveis em água.

Substância B:

Ligação covalente.

Justificativa: a pequena interação intermolecular permite que substâncias que apresentam tal ligação, apresentem-se no estado gasoso. Como não têm elétrons livres e nem apresentam íons, sua condutividade é praticamente nula. São insolúveis em água por não apresentarem íons.

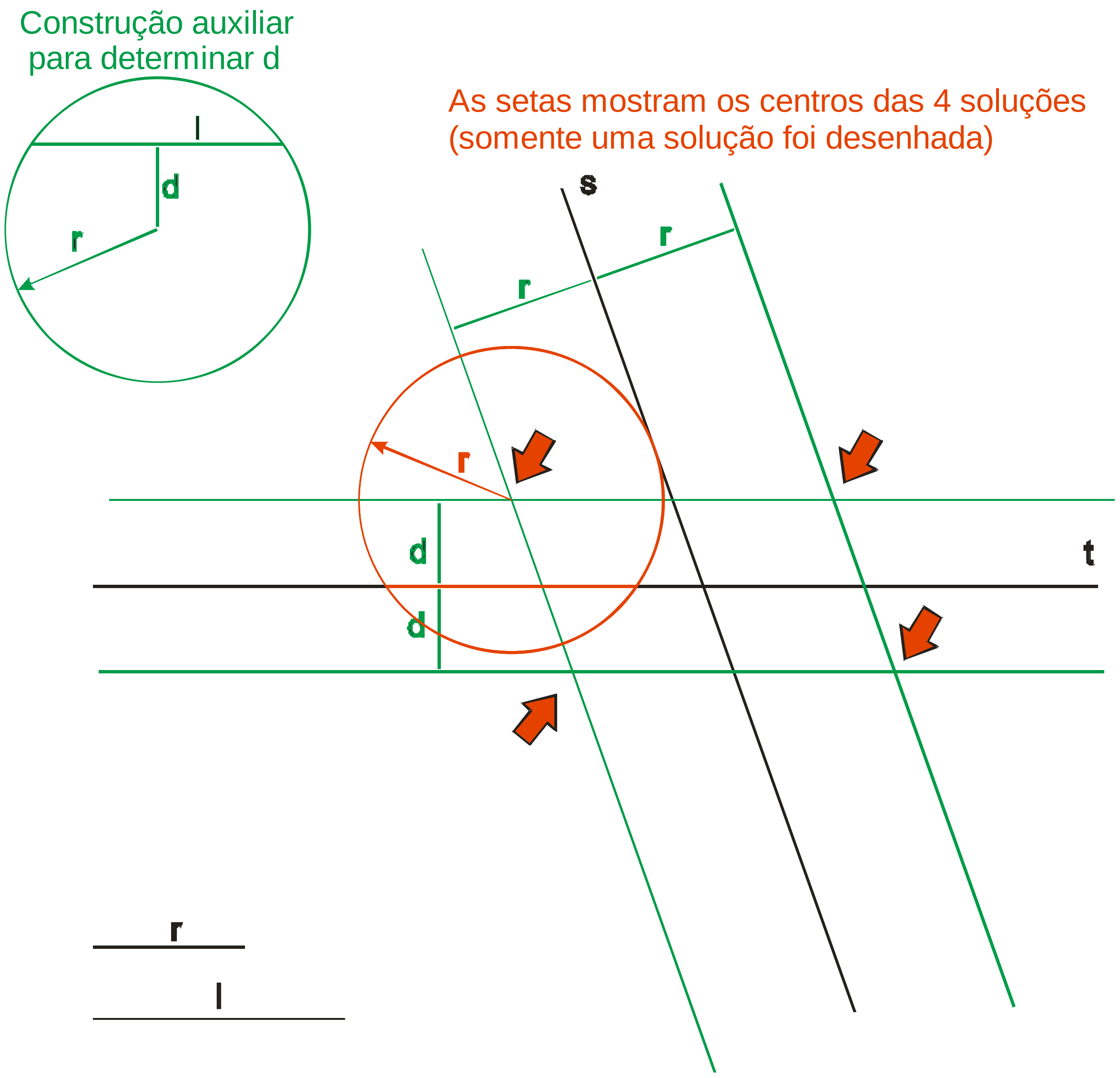
Substância C:

Ligação iônica.

Justificativa: é um sólido e as forças de caráter eletrostático presentes neste tipo de ligação permitem substâncias sólidas. A condutividade elétrica é alta quando em solução, uma vez que neste tipo de ligação, a interação com a água gera íons que são bons condutores de eletricidade. Solúvel em água por apresentarem a interação entre os íons e as moléculas de água.

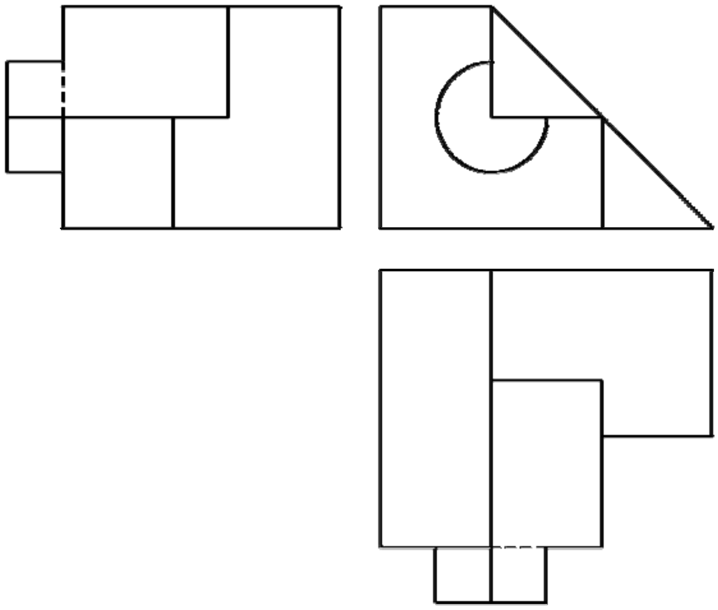
10) São dados graficamente dois comprimentos, **r** e **l**, e duas retas concorrentes, **s** e **t**. Construa <u>uma</u> circunferência de raio **r**, tangente à reta **s**, de tal modo que a reta **t** forme com esta circunferência uma corda de comprimento **l**.

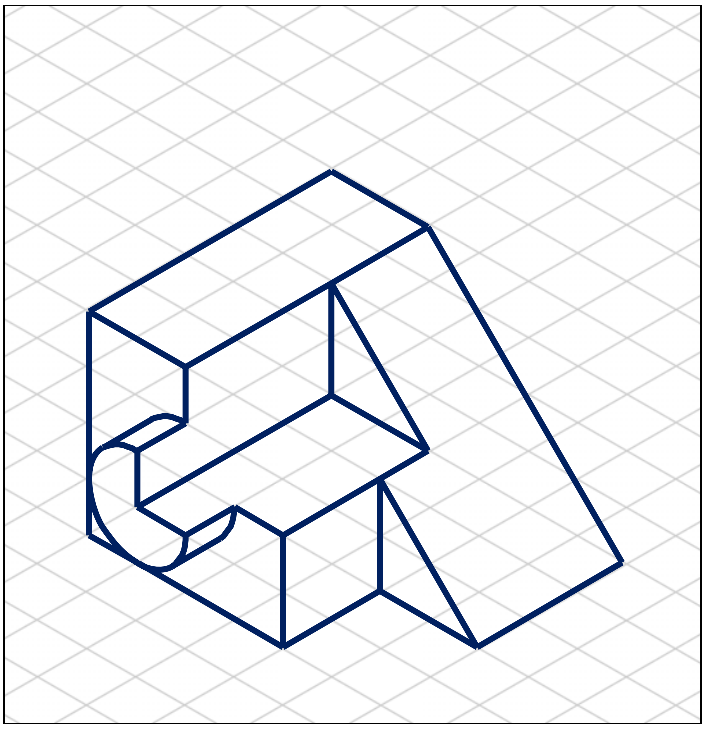
OBS: a solução <u>NÃO DEVE</u> ser iterativa (isto é, por tentativa e erro). Deixe no papel todas as construções geométricas que usar para resolver o problema.



11) Desenhar a perspectiva ISOMÉTRICA da peça dada abaixo por suas vistas, representadas no primeiro diedro em escala natural. Posicionar a peça na grade isométrica mostrando suas faces superior, frontal e lateral direita.

Desenhar a perspectiva em escala natural (1:1), tomando as medidas diretamente das vistas. Não é necessário desenhar as linhas ocultas nem cotar a perspectiva.





12) Dadas as projeções cotadas da reta **AB** e do ponto **P**:

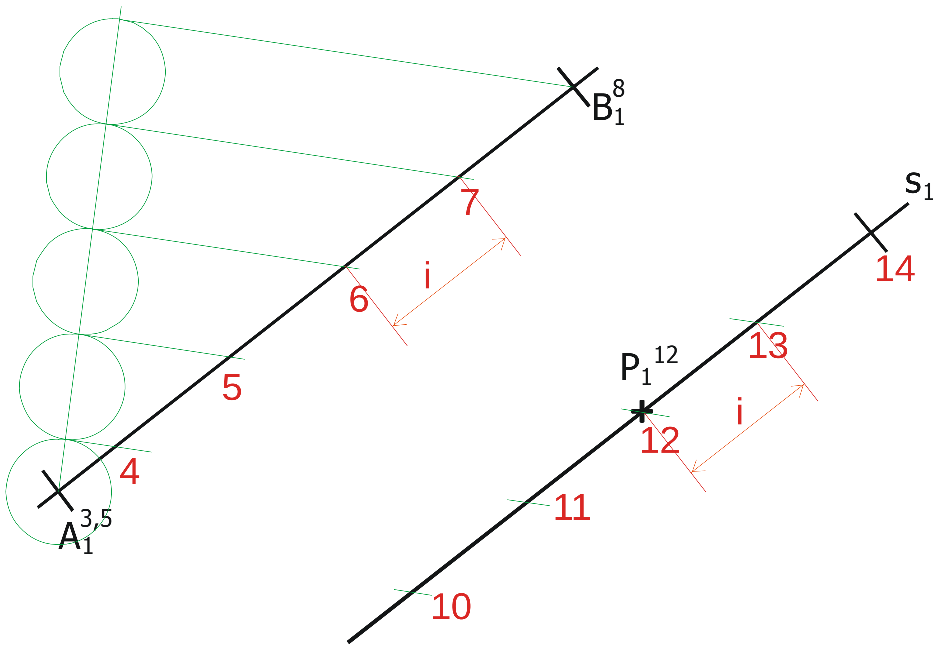
a) Graduar a reta **AB** (deixar as construções);

b) Calcular o intervalo da reta **AB** com precisão de centímetros (deixe os cálculos claramente indicados);

c) Determinar a projeção cotada da reta **s** que passa por **P** e é paralela à reta **AB.**

Escala: 1:50 Unidade: metro

Intervalo = 0,019 * 50 = 0,95m



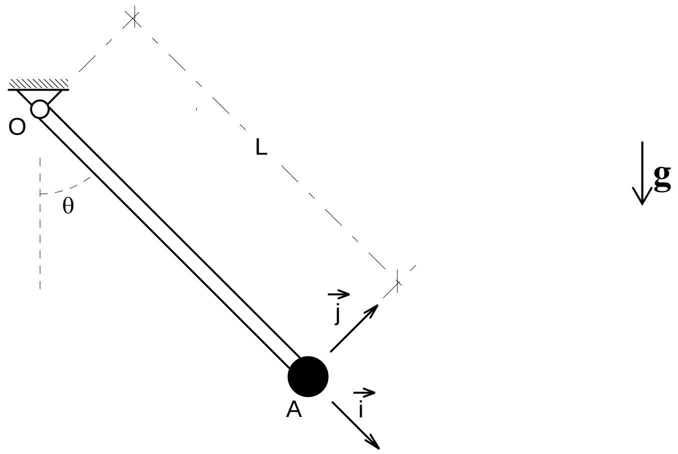
13) A barra homogênea *OA* de comprimento *L* e peso *mg*, articulada em *O*, tem em sua extremidade um peso concentrado 2*mg*. O conjunto parte do repouso na posição horizontal. Determine:

a) O baricentro *G* e o momento de inércia do conjunto em relação a *O* ;

b) A velocidade angular e a aceleração angular em função de θ ;

c) A aceleração do baricentro do conjunto.

Dado: o momento de inércia de uma barra homogênea de comprimento *L* e massa *m* em relação ao seu baricentro: $J = \dfrac{mL^2}{12}$



RESPOSTA:

a) A posição do baricentro G é: $OG = \dfrac{m\frac{L}{2} + 2mL}{3m} = \dfrac{5}{6}L$

O momento de inércia em relação a O: $J_O = \dfrac{mL^2}{12} + \dfrac{mL^2}{4} + 2mL^2 = \dfrac{7}{3}mL^2 \cdot$

b) Teorema da Energia Cinética: $\Delta T = \tau \Rightarrow \dfrac{J_O\omega^2}{2} = 3mg\dfrac{5}{6}L\cos\theta \Rightarrow \omega^2 = \dfrac{15}{7}\dfrac{g}{L}\cos\theta$

Derivando em relação ao tempo: $2\omega\dot{\omega} = \dfrac{15}{7}\dfrac{\mathrm{g}}{\mathrm{L}}(-\mathrm{sen}\theta)\dot{\theta} \Rightarrow \dot{\omega} = +\dfrac{15}{14}\dfrac{\mathrm{g}}{\mathrm{L}}\mathrm{sen}\theta$

c) A aceleração do baricentro é: $\vec{a}_G = \mathrm{OG}\omega^2\left(-\vec{i}\right) + \mathrm{OG}\dot{\omega}\left(-\vec{j}\right) = -\dfrac{75}{42}\mathrm{g}\cos\theta\vec{i} - \dfrac{75}{84}\mathrm{g}\,\mathrm{sen}\theta\vec{j}$

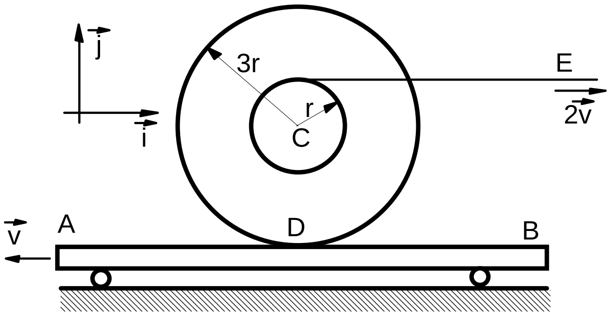
14) Na figura os discos concêntricos são solidários. A barra AB move-se horizontalmente com velocidade constante $\vec{v}$. Não há escorregamento em D. Um fio, flexível e inextensível, é enrolado no disco menor e sua extremidade E tem velocidade absoluta igual a $2\vec{v}$, como mostrado na figura. Adotando como referencial móvel a barra AB e utilizando os versores $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$, determine:

a) As velocidades relativa e absoluta do ponto D;

b) O vetor de rotação absoluta ($\vec{\omega}$) dos discos;

c) O Centro Instantâneo de Rotação (CIR) dos discos;

d) As acelerações relativa, de arrastamento, de Coriolis e absoluta do ponto D do disco.



RESPOSTA:

a) Velocidade relativa do ponto D: $\vec{v}_{D,r} = \vec{0}$.

Velocidade absoluta do ponto D: $\vec{v}_D = -v\vec{i}$

b) A velocidade de E é a mesma velocidade do ponto do disco em contato com o fio. Usando a expressão de Poisson: $\vec{v}_E = 2v\vec{i} \Rightarrow 2v\vec{i} = \vec{v}_D + \omega\vec{k} \wedge \left(4r\vec{j}\right) \Rightarrow \omega = -\dfrac{3v}{4r} \Rightarrow \vec{\omega} = -\dfrac{3v}{4r}\vec{k}$

c) A velocidade do CIR é nula. Usando a expressão de Poisson:

$$\vec{v}_D = \vec{v}_{CIR} + \vec{\omega} \wedge \left(D - CIR\right) \Rightarrow -v\vec{i} = -\frac{3v}{4r}\vec{k} \wedge \left(D - CIR\right)\vec{j}.$$

A solução da equação vetorial resulta $\left(CIR - D\right) = \dfrac{4}{3}r\vec{j}$.

d) Aceleração relativa do ponto D $\vec{a}_{D,r} = 3\omega^2 r\vec{j}$.

Aceleração de arrastamento do ponto D $\vec{a}_{D,a} = \vec{0}$.

Aceleração complementar do ponto D $\vec{a}_{D,c} = \vec{0}$.

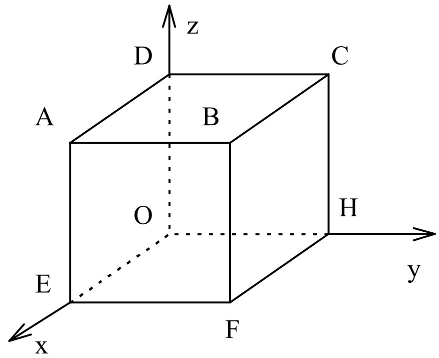
Aceleração absoluta do ponto D $\vec{a}_D = \vec{a}_{D,r} + \vec{a}_{D,a} + \vec{a}_{D,c} = 3\omega^2 r\vec{j}$

15) A figura mostra um cubo homogêneo de peso $\vec{P} = -2p\vec{k}$ e aresta "a". Sobre o cubo agem as forças $\vec{F}_1 = 3p\vec{k}$ aplicada no ponto H e $\vec{F}_2 = -p\vec{i} - 2p\vec{j}$ aplicada no ponto O, e um binário de momento $\vec{M} = -3ap\vec{i} + 4ap\vec{j} + ap\vec{k}$. Pede-se:

a) Determinar a resultante $\vec{R}$;

b) Determinar o momento $\vec{M}_O$;

c) Verificar se é possível reduzir o sistema a uma única força. Justifique.



RESPOSTA:

a) A resultante é $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{P} = p\left(-\vec{i} - 2\vec{j} + \vec{k}\right)$.

b) O Momento em relação ao pólo O é $\vec{M}_0 = (G - O) \wedge \vec{P} + (H - O) \wedge \vec{F}_1 + (O - O) \wedge \vec{F}_2 + \vec{M} = pa(-\vec{i} + 5\vec{j} + \vec{k})$.

c) O Invariante do sistema de forças é $I = \vec{R} \cdot \vec{M}_O = 8p^2a \neq 0$.
Portanto, não é possível reduzir o sistema a uma única força.