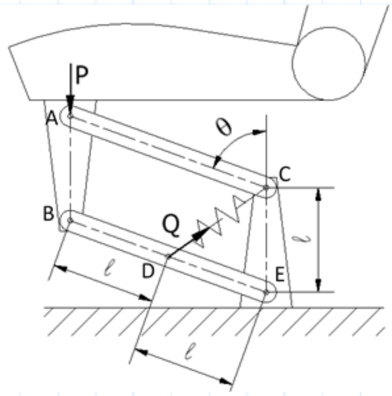
$GRR20 := \text{READEXCEL}(\text{“..\textbackslash Presença turma de ferias.xlsx”}, \text{“Presença!V2:AA45”})$

$nc := 44$ Posição no diário de classe



$GRR20^{\langle nc \rangle} = [1\ \ 0\ \ 0\ \ 9\ \ 9\ \ 9]$ Número de matrícula

1. Calcule o peso do aluno, considerando g= 9,81m/s2 (10):

$M := 100\ kg$ Massa do aluno

$P_a := M \cdot g = 981\ N$ Peso do Aluno

2) O banco do motorista de veículos pesados tem uma suspensão mais macia que a do veículo para preservar a saúde ortopédica do condutor. Pelo custo, simplicidade e robustez é muito comum o uso de mecânico tipo paralelogramo, como o da Figura 1, pois através do ajuste de pré-carga da mola é possível ajustar o banco quanto a altura e peso do condutor, colocando todos os comandos do veículo em condição ergonômica e filtrando os impactos da via no corpo do motorista. Considerando que o sistema está em condição de equilíbrio utilize o método do trabalho virtual para:

a. Deduzir a expressão para determinar a intensidade da força Q em função do ângulo θ para a carga P (20);
b. Considere que o aluno é o motorista, acrescente 15 kg da massa do banco para definir o valor do peso conjunto (P) aplicado na suspensão, com ℓ=200 mm calcule a força Q quando θ=70° (20).

$y_A = 2 \cdot l \cdot cos(\theta)$ Posição vertical do nó A onde netra a força Peso no mecanismo

$\delta y_A = -2 \cdot l \cdot \sin(\theta)\ \delta\theta$ Deslocamento virtual no Nó A

$s_D = 2 \cdot l \cdot sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$ Distância CD para o deslocament S do mecanismo

$\delta s_D = l \cdot cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\ \delta\theta$ Deslocamento virtual do nó D

$\sum U = 0 \qquad -P \cdot \delta y_A - Q \cdot \delta s_D = 0$

$P \cdot 2 \cdot l \cdot \sin(\theta)\ \delta\theta - Q \cdot l \cdot cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\ \delta\theta = 0$

$P \cdot 2 \cdot l \cdot \sin(\theta)\ \delta\theta = Q \cdot l \cdot cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\ \delta\theta$

Somatório do trablho que netre e que sai do mecanimso, como está em equilíbrio este deve ser zero P e dyA tem sentido iguais logo o sinal de multiplicação não muda e o reultado leva em conta o sentido de dyA no sistema de coordenadas, Já Q e dsD tem sentidos diferentes invertendo o sentido da multiplicação e ds cresce contra Q

$Q(P,\theta) := 2 \cdot P \cdot \frac{\sin(\theta)}{\cos\left(\frac{\theta}{2}\right)}$ Carga na mola da suspensão em função do Peso e do ângulo

$M_B := 15\ kg$ Massa do banco

$P := M_B \cdot g + P_a = 1128\ N$ Peso aplicado na suspensão do banco

$\theta_s := 70 \cdot deg$ Posição ângular dos braços de suspensão

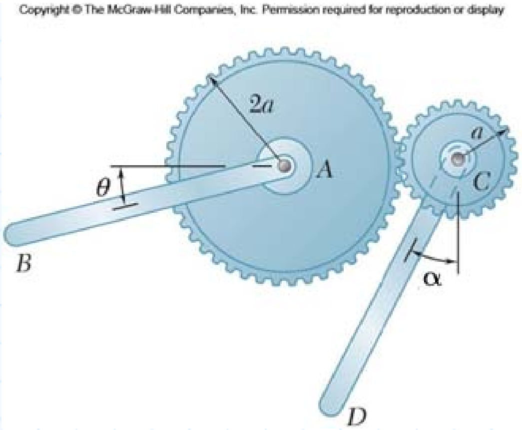
$Q(P,\theta_s) = 2.587\ kN$ Carga na mola da suspensão do banco

3) Duas barras uniformes AB e CD que tem o mesmo comprimento ℓ estão unidas a engrenagens, tal como é mostrado na Figura 2. Atribua ás barra AB e CD pesos conforme os algarismos do seu número de matrícula aplicando as seguintes expressões:

WAB = (D*100+E*10+F*1) / 2,5 ou DFE/2,5

WCD = A*100+B*10+C*1 ou ABC

a. Determine as posições de equilíbrio do mecanismo (30)
b. Indique qual a situação de equilíbrio de cada posição determinada (20)



$$2 \cdot a \cdot \theta = -a \cdot \alpha \xrightarrow{solve,\alpha} -2 \cdot \theta$$

Relação entre θ e α, lembrando que pelo engrenamento as rotações são invertidas

$$y_B = \frac{-l}{2} \cdot sin(\theta)$$

Usando a cota do baricentro e no caso da barra AB a altura diminue com θ

$$y_D = \frac{l}{2}(1 - cos(-2 \cdot \theta))$$

No caso da barra CD a altura aumenta com θ

$$substitute, y_B = \frac{-l}{2} \cdot \sin(\theta)$$
$$substitute, y_D = \frac{l}{2}(1 - \cos(-2 \cdot \theta))$$

Substituição das variáveis de cada barra por funções de

$$V = W_{AB} \cdot y_B + W_{CD} \cdot y_D \xrightarrow{explicit} V = \frac{l \cdot W_{CD}}{2} - \frac{l \cdot W_{AB} \cdot \sin(\theta)}{2} - \frac{l \cdot W_{CD} \cdot \cos(2 \cdot \theta)}{2}$$

$$\frac{d}{d\theta} V = 0$$

Derivada da energia nos pontos de equilíbrio é zero

$$\frac{d}{d\theta}\left(\frac{l \cdot W_{CD}}{2} - \frac{l \cdot W_{AB} \cdot \sin(\theta)}{2} - \frac{l \cdot W_{CD} \cdot \cos(2 \cdot \theta)}{2}\right) \rightarrow l \cdot W_{CD} \cdot \sin(2 \cdot \theta) - \frac{l \cdot W_{AB} \cdot \cos(\theta)}{2}$$

$$\frac{d^2}{d\theta^2}\left(\frac{l \cdot W_{CD}}{2} - \frac{l \cdot W_{AB} \cdot \sin(\theta)}{2} - \frac{l \cdot W_{CD} \cdot \cos(2 \cdot \theta)}{2}\right) \rightarrow \frac{l \cdot W_{AB} \cdot \sin(\theta)}{2} + 2 \cdot l \cdot W_{CD} \cdot \cos(2 \cdot \theta)$$

Derivada segunda negativa indica ponto instável e positiva ponto estável

$$l \cdot W_{CD} \cdot \sin(2 \cdot \theta) - \frac{l \cdot W_{AB} \cdot \cos(\theta)}{2} \xrightarrow{expand} 2 \cdot l \cdot W_{CD} \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(\theta) - \frac{l \cdot W_{AB} \cdot \cos(\theta)}{2}$$

Resolvendo os termos em 2θ

$$2 \cdot l \cdot W_{CD} \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(\theta) - \frac{l \cdot W_{AB} \cdot \cos(\theta)}{2} = 0$$

Equação cujas as raízes determinam os pontos de equilíbrio

$$\theta_1 := \cos(\theta) = 0 \xrightarrow{solve,\theta} \frac{\pi}{2} = 90\ deg$$

Primeiro ponto de equilíbrio

$$\theta_2 := \frac{3 \cdot \pi}{2} = 270\ deg$$

Segundo ponto de equilíbrio

$$2 \cdot W_{CD} \cdot \sin(\theta) = \frac{W_{AB}}{2} \qquad \sin(\theta) = \frac{W_{AB}}{4 \cdot W_{CD}} \xrightarrow{solve,\theta \; explicit} \begin{bmatrix} \operatorname{asin}\left(\frac{W_{AB}}{4 \cdot W_{CD}}\right) \\ \pi - \operatorname{asin}\left(\frac{\frac{1}{4} \cdot W_{AB}}{W_{CD}}\right) \end{bmatrix}$$

Segunda condição de zero

$i := 1..44$

$$W_{CD_i} := \left(GRR20_{i,1} \cdot 100 + GRR20_{i,2} \cdot 10 + GRR20_{i,3}\right) N$$

Peso da haste CD

$W_{CD_{45}} := 9\ N$ $\quad W_{CD_{nc}} = 100\ N$

$$W_{AB_i} := \frac{\left(GRR20_{i,4} \cdot 100 + GRR20_{i,5} \cdot 10 + GRR20_{i,6}\right)}{2.5} N$$

Peso da haste AB

$W_{AB_{45}} := 13.5\ N$ $\quad W_{AB_{nc}} = 399.6\ N$

$$\theta_3 := \operatorname{asin}\left(\frac{W_{AB}}{4 \cdot W_{CD}}\right)$$

Segunda raiz $\quad \left(\theta_3\right)_{nc} = 87.437\ deg$

$$\theta_4 := \pi - \operatorname{asin}\left(\frac{W_{AB}}{4 \cdot W_{CD}}\right)$$

Terceira raiz $\quad \left(\theta_4\right)_{nc} = 92.563\ deg$

$\theta_1 = 90\ deg$

$$\frac{l \cdot W_{AB_{nc}} \cdot \sin\left(\theta_1\right)}{2} + 2 \cdot l \cdot W_{CD_{nc}} \cdot \cos\left(2 \cdot \theta_1\right) = -2 \cdot 10^{-4}\ m^2 \cdot J$$

Segunda derivada da primeira raiz < 0 indica equelíbrio instável

$\theta_2 = 270\ deg$

$$\frac{l \cdot W_{AB_{nc}} \cdot \sin\left(\theta_2\right)}{2} + 2 \cdot l \cdot W_{CD_{nc}} \cdot \cos\left(2 \cdot \theta_2\right) = -0.4\ m^2 \cdot J$$

Segunda derivada da segunda raiz < 0 indica equilíbrio instável

$\left(\theta_3\right)_{nc} = 87.4\ deg$

$$\frac{l \cdot W_{AB} \cdot \sin\left(\theta_3\right)}{2} + 2 \cdot l \cdot W_{CD} \cdot \cos\left(2 \cdot \theta_3\right) = 11.362\ m^2 \cdot J$$

Terceira derivada da segunda raiz > 0 indica equilíbrio estável

$\left(\theta_4\right)_{nc} = 92.6\ deg$

$$\frac{l \cdot W_{AB} \cdot \sin\left(\theta_4\right)}{2} + 2 \cdot l \cdot W_{CD} \cdot \cos\left(2 \cdot \theta_4\right) = 11.362\ m^2 \cdot J$$

Quarta derivada da segunda raiz > 0 indica equilíbrio estável