

## Lista 2 - FCM0102

### 1. Verdadeiro ou falso?

(a)  $\sum_i \mathbf{F}_i = 0$  é suficiente para que ocorra equilíbrio estático. (b)  $\sum_i \mathbf{F}_i = 0$  é necessário para que ocorra equilíbrio estático. (c) No equilíbrio estático, o torque resultante é nulo em relação a qualquer ponto do referencial do sistema. (d) No equilíbrio estático, o torque resultante é nulo em relação a qualquer ponto de um outro referencial inercial ao referencial do sistema. (e) O centro de gravidade coincide com o centro de massa de um corpo. (f) O centro de massa se localiza no interior do corpo. (g) O torque gravitacional com relação ao centro de gravidade é sempre nulo.

### 2. Responda sem fazer cálculos.

(a) Sente-se em uma cadeira (de preferência sem encosto) com suas costas retas na vertical. Tente levantar-se sem inclinar para frente. Explique por que não pode fazê-lo.

(b) Um fio de alumínio e um de aço, de comprimentos e diâmetros iguais, estão ligados formando um único fio. Esse fio é então usado para pendurar um quadro de massa muito maior que as massas dos fios. (i) A tração no fio de alumínio é maior que aquela no fio de aço? (ii) O fio de alumínio se alonga da mesma quantidade que o fio de aço?

(c) Dado que o sistema da Fig. 1 se encontra em equilíbrio estático, quanto vale a tensão  $T$  no fio e a massa do bloco indicado por “?” (Considere que as polias e a corda são ideais e de massas desprezíveis.)

(d) Uma escada está apoiada numa parede sem atrito e não cai por causa do atrito com o piso. A base da escada é então deslocada em direção à parede. Indique se as forças a seguir aumentam ou diminuem em módulo: (i) a força normal do piso sobre a escada, (ii) a força exercida pela parede sobre a escada, (iii) a força de atrito exercida pelo piso sobre a escada, (iv) a valor máximo da força de atrito estático do piso sobre a parede.

3. É atribuída a Arquimedes a célebre frase “Dê-me uma alavanca que moverei o mundo.” Explique o que ele quis dizer, e as condições para que isso seja verdade.

4. Um disco homogêneo de raio  $R$  e massa  $M$  está sob uma superfície horizontal onde há um degrau de altura  $h < R$ . Aplica-se então uma força  $\mathbf{F}$  no centro do disco na direção horizontal com o intuito levantar a roda até o degrau.

(a) Determine a força mínima  $F_{\min}$  que deve ser aplicada sobre o centro da roda para que essa tarefa seja cumprida.

(b) Para os casos em que  $F < F_{\min}$  determine o vetor  $\mathbf{F}'$  da força que o degrau exerce sobre o disco. Você poderia ter facilmente concluído qual a direção desse vetor?

5. Uma escada rígida de tamanho  $L$  está apoiada numa parede perfeitamente lisa como mostra a Fig. 2. Nela, está ocorrendo um número de circo onde o exibicionista sobe e desce ao longo da escada. Sendo a massa da escada igual a  $m$ , a massa do exibicionista  $M$ , o ângulo de inclinação entre a escada e o chão  $\theta$ , e  $\mu$  o coeficiente de atrito estático entre a escada e o chão, determine até que posição  $x$  da escada o exibicionista pode andar com segurança.

6. (Desafio) Determine as condições em que os cilindros da Fig. 3 se encontrem em equilíbrio estático. Por simplicidade, considere que o coeficiente de atrito estático entre os cilindros e o plano são todos iguais a  $\mu$ , as massas dos cilindros são  $m_1$  e  $m_2$  (de raios  $R_1$  e  $R_2$ , respectivamente).

7. Um caminhão (que vamos aproximar por um retângulo homogêneo de altura  $h$  e largura  $d$ ) está fazendo uma curva de raio  $R$ . Considerando que os pneus são muito bons de tal maneira a garantir que o caminhão nunca derrape, qual a maior velocidade  $v$  com que a curva ainda possa ser feita em segurança?

8. Durante um terremoto, uma certa placa metálica de módulo de cisalhamento  $0,40 \times 10^{11}$  Pa teve sua superfície superior deslocada de 0,08 m em relação à superfície inferior. Sendo que a placa

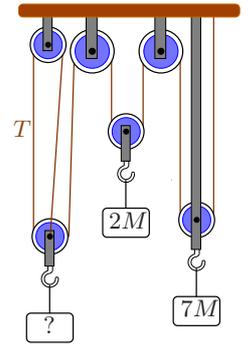


Figura 1: Sistema de massas e polias.

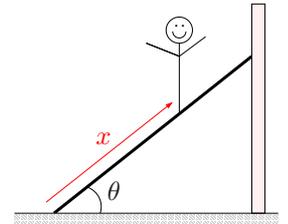


Figura 2: Exibição na escada.

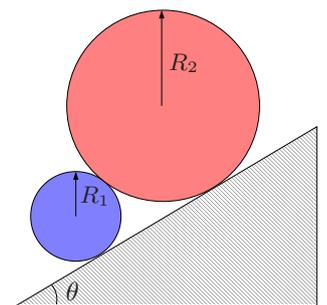


Figura 3: Cilindros dispostos num plano inclinado.

tem 0,80 m de altura, 0,50 m de largura, e  $0,10 \times 10^{-2}$  m de espessura, a que força de cisalhamento a placa foi submetida?

9. A Fig. 4 mostra um gráfico de tensão-deformação aproximado para um fio de teia de uma certa aranha. Um determinado fio tem um comprimento natural de 0,8 cm com uma área de  $8 \times 10^{-12}$  m<sup>2</sup>. Suponha que um inseto que se choca com esse fio transmite toda sua energia cinética para o mesmo. Suponha ainda que durante o alongamento, o volume do fio é constante.

(a) O que podemos dizer sobre o módulo de Young desse fio?  
 (b) Quanto vale a tensão de ruptura?  
 (c) Quanto vale a energia cinética desse inseto para que o fio esteja na iminência do rompimento. (Compare com uma mosca de 6 mg voando a 1,7 m/s, e com uma abelha de 388 mg voando a 0,42 m/s.)

(d) Quanto teria que ser o comprimento de um fio de área 20 cm<sup>2</sup> dessa teia para que se possa parar um Boeing 747 de 200 ton voando a 800 km/h?

(e) Compare com um fio de Kevlar de mesma área. Quanto deve ser o comprimento desse fio de Kevlar para “capturar” o avião? Considere que o módulo de Young do fio de Kevlar é constante igual a  $10^{11}$  Pa e a tensão de ruptura é  $4 \times 10^9$  Pa. Note que a tensão de ruptura é cerca de 5 vezes maior que a da teia de aranha.

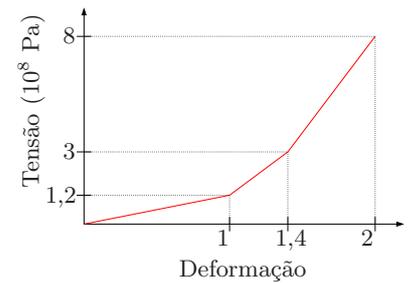


Figura 4: Gráfico tensão-deformação aproximado para uma teia de aranha.

10. Em determinadas profundidades do oceano, a pressão é de  $10^3$  atm. Deseja-se explorar tal profundidade com um submarino que possui peças feitas de vidro. Qual a diferença de volume relativa sofrida por um pedaço de vidro quando mergulhado do nível do mar até essa profundidade? (O módulo de elasticidade volumétrico do vidro em questão é de 50 GPa.) Reflita como o submarino deve ser construído para que funcione perfeitamente sob essas condições. Considerando que nessas profundidades (e temperaturas, que não especificamos aqui) o módulo de elasticidade volumétrico da água é de 2,2 GPa, qual a mudança relativa de densidade da água?

11. A Fig. 5 mostra a vista superior de uma barra muito fina e rígida que gira em torno de um eixo vertical até entrar em contato com dois batentes de borracha idênticos A e B situados a  $r_A$  e  $r_B$  do eixo. Inicialmente, os batentes estão encostados nas paredes sem sofrer compressão. Uma força  $\mathbf{F}$  é então aplicada perpendicular à barra a uma distância  $R$  do eixo. Determine as forças  $\mathbf{F}_A$  e  $\mathbf{F}_B$  que comprimem os batentes A e B, respectivamente.

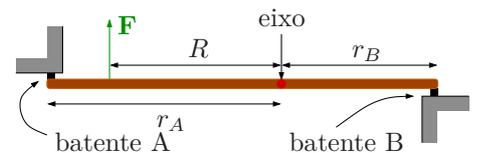


Figura 5: Barra rígida com batentes.