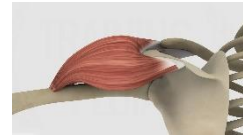


## Física do Corpo Humano - Módulo: Mecânica do Corpo Humano – Lista 2 de problemas

### Tópico: Estática do corpo humano e curva de Hill

**1.** Os deltoides são um grupo de músculos, dos ombros, localizados na parte superior dos braços. Estes músculos estão ligados aos ossos dos ombros (Clavícula e omoplata) e na parte exterior do osso do braço (úmero). A função primária deste grupo de músculos é fazer levantar os braços.



Imagine que um homem de 80 kg com 1.80 m de altura está a exercitar os deltoides com halteres com  $m_a = 5$  kg (ver figura). Na posição representada o braço tem uma inclinação de  $\theta = 30^\circ$  relativamente à vertical.

Na terceira figura estão representadas as forças exercidas, algumas distâncias e pontos. O ponto A representa o centro de rotação, na articulação do ombro. Legenda da figura:

$m_a$  – massa do haltere;

$m_b$  - massa total do braço (incluindo antebraço e mão) que é 5% da massa do homem;

$\vec{F}_d$  – Força exercida pelo músculo deltoide (paralela ao eixo do braço);

$\vec{F}_R$  - Resultante das forças na articulação do ombro;

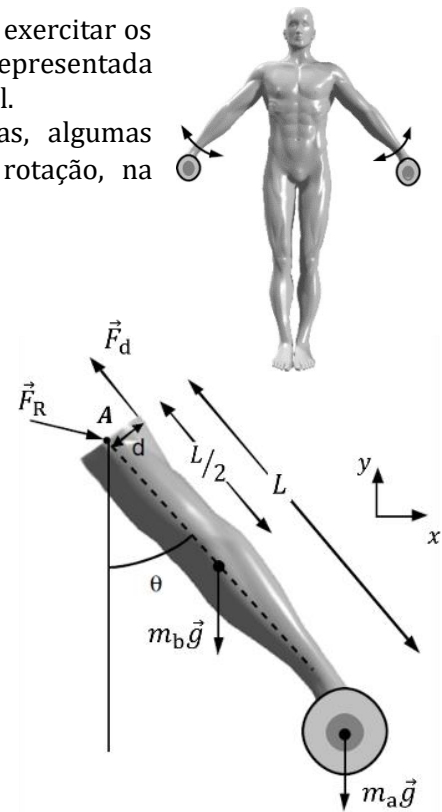
$L$  – Comprimento do braço (40% da altura do homem);

$d$  – a distância entre o centro de rotação no ombro e o ponto de aplicação da força que o deltoide exerce ( $d = 2$  cm).

**a)** Calcule o valor da força ( $F_d$ ) que o deltoide exerce para sustentar o braço naquela posição.

**b)** Calcule a resultante das forças na articulação do ombro ( $\vec{F}_R$ ).

**c)** Se a inclinação do braço, relativamente à vertical duplicar ( $\theta = 60^\circ$ ), qual o aumento (ou diminuição) percentual do valor da força  $F_d$  relativamente ao valor que foi calculado em a)? Considere que  $\vec{F}_d$  se mantém paralela ao eixo do braço.

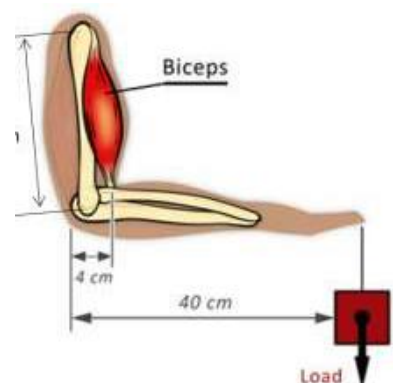


**2.** Determinar, desprezando a massa do braço e antebraço:

**(a)** a força exercida pelo bíceps, quando um indivíduo segura um corpo de massa 20 kg, considerando que o ângulo maior entre o bíceps e antebraço é  $100^\circ$ . (R: ~1990N)

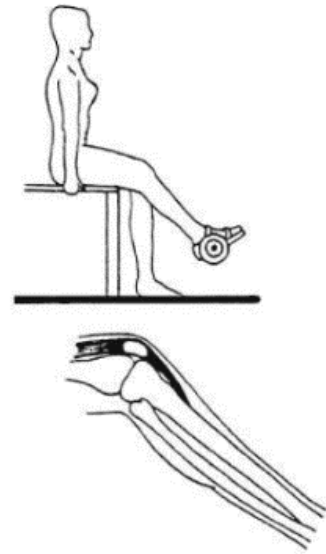
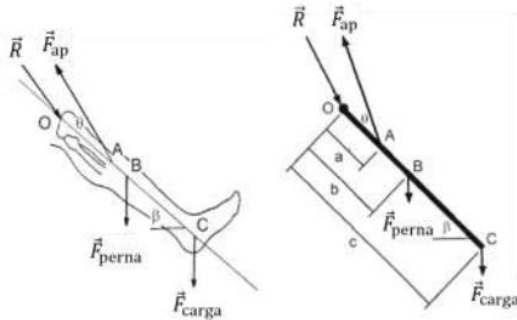
**(b)** Qual a resultante das forças na articulação do cotovelo? (R: ~1796 N)

**(c)** Calcular o peso máximo que o braço pode suportar na posição da figura anterior, admitindo que a força máxima que o bíceps consegue exercer é  $351 \times 10^6$  dyn (R: 345 N)



3. Ao exercitar os músculos associados à articulação do joelho, um atleta usa uma carga de 100 N. Considerando que a perna + pé tem uma massa de 4.6 kg e que  $a = 12$  cm;  $b = 22$  cm;  $c = 50$  cm;  $\theta = 15^\circ$  e  $\beta = 15^\circ$ , calcular:

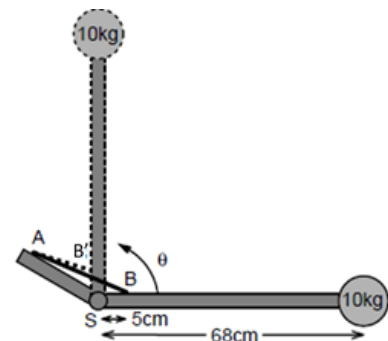
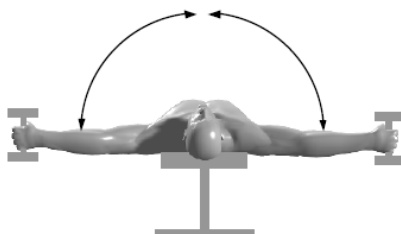
- a) a força exercida pelo músculo. (R: 1863.5 N)  
b) a resultante das forças na articulação. (R: 1795.3 N)



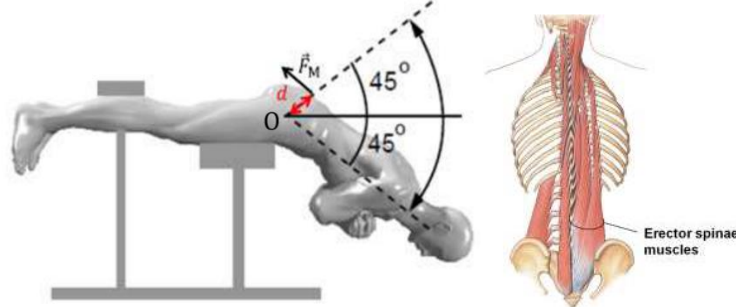
4. Imagine que está no ginásio a exercitar os músculos peitorais, deitado(a) sobre um estrado horizontal e tendo um haltere de massa **10 kg** em cada mão (ver figura 1). Ao executar o exercício, levanta os membros superiores lentamente, com uma velocidade angular constante, até que os braços fiquem verticais. A figura 2 representa esquematicamente a elevação desde a posição horizontal para a vertical do membro superior direito. O músculo peitoral é indicado na figura 2 como o segmento que liga os pontos A e B, quando o membro está na posição horizontal. A articulação no ombro é referida como S. O músculo peitoral (AB) faz um ângulo de  $15^\circ$  com a direção horizontal. Admitindo que o músculo peitoral é o único responsável pelo exercício descrito, calcule o valor da força efetuada pelo músculo quando o membro superior direito está na posição horizontal.

#### Dados:

Considere que a massa total do membro superior é 5% da sua própria massa e faça a seguinte aproximação: o membro superior é um cilindro homogêneo.



5. A figura 1 mostra um atleta a exercitar o músculo “*erector spinae*” (figura 2). Esta figura mostra também o vetor que representa a força que o músculo exerce em situação de equilíbrio ( $\vec{F}_M$ ) e a distância do ponto de aplicação desta força à articulação O ( $d = 4 \text{ cm}$ ).

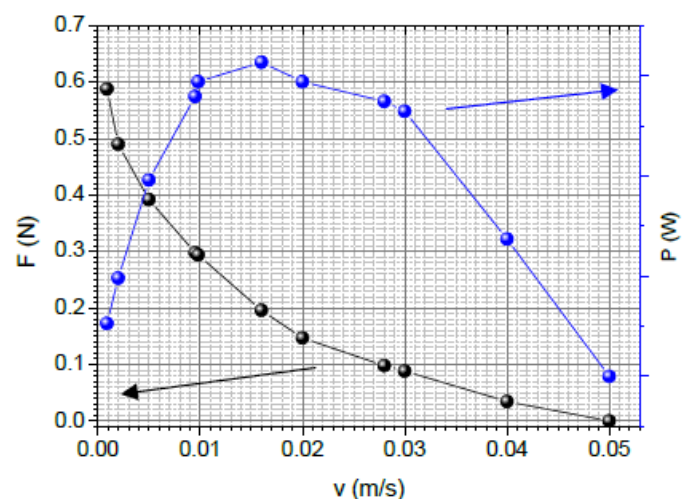


Assuma que:

- a distância entre a extremidade da sua cabeça e a articulação O é 47% da sua altura (registre o valor desta distância para o seu caso: \_\_\_\_\_);
- a distância entre a articulação e o centro de massa (CM) da parte superior do corpo (tronco, braços e cabeça) é 25% da sua altura (registre o valor para o seu caso: \_\_\_\_\_);
- que a massa da parte superior do corpo (tronco, braços e cabeça) é 63% da sua massa (registre o valor para o seu caso: \_\_\_\_\_);
- a distância do ponto de aplicação da força ( $\vec{F}_M$ ) e a articulação ( $d$ ) é praticamente constante, independentemente do ângulo entre a parte superior e inferior do corpo.

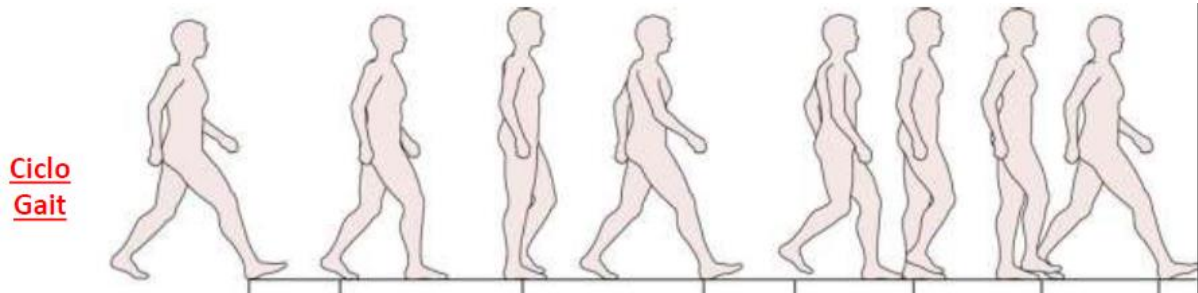
- Representar na figura as principais forças a atuar na parte superior do corpo (considere que o peso da parte superior do corpo está aplicado no CM da parte superior do seu corpo).
- Calcular a força que o músculo “*erector spinae*” exerce para manter a parte superior do seu corpo na posição mais representada na figura 1.
- Calcular a resultante das forças na articulação, na forma vetorial, e um ângulo que permita identificar a sua direção e sentido.

6. A figura mostra o gráfico de Hill para um pequeno músculo de um atleta: força (eixo das ordenadas esquerdo) e a potência (eixo das ordenadas direito) em função da velocidade de contração do músculo.

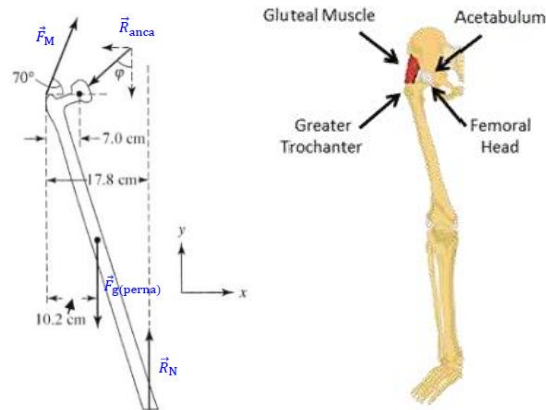


- Calcule a potência máxima na contração do músculo.
- Ao praticar a sua modalidade, o atleta contrai concentricamente este músculo uma vez por segundo, no regime de potência máxima de contração, durante 1h. Admitindo que o rendimento na conversão em energia mecânica, devido ao metabolismo do corpo humano, é 20%, calcular a totalidade da energia que o corpo do atleta tem de produzir para realizar este esforço usando este músculo.

7. No caminhar (ciclo Gait) há momentos em que somente um dos membros inferiores toca no solo.



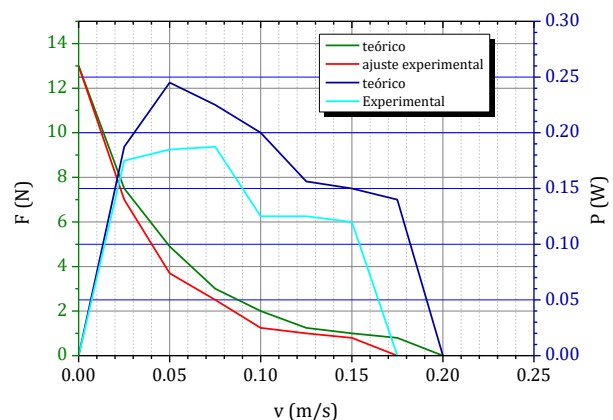
Nesta situação há 4 forças macroscópicas principais que atuam no membro.



- Calcule o valor da força exercida pelos músculos da anca ( $F_M$ ) em função do peso do indivíduo. (R:  $1.56 F_g$ ).
- Calcule o valor da reação da anca sobre a perna ( $R_{anca}$ ) em função do peso do indivíduo e o ângulo que esta força faz com a vertical ( $\varphi$ ). (R:  $77^\circ$ )

o ao metabolismo do corpo humano, é 20%, calcular a totalidade da energia que o corpo do atleta tem de produzir para realizar este esforço usando este músculo.

8. O gráfico representa o gráfico força/velocidade para um determinado músculo de uma cobaia de laboratório. Nela se representam curvas de ajuste curva de ajuste aos resultados experimentais e a curva de acordo com o modelo teórico.



- Determine a força exercida por este músculo em condições isométricas.
- Em média, durante o dia a cobaia faz atuar este músculo com uma força de 2.5 N, 10 vezes por hora. Admitindo que cada contração dura 0.5 s e que os músculos têm um rendimento de 20% na conversão em energia mecânica, qual a quantidade de energia que o corpo tem de fornecer para contrair o músculo durante um dia.