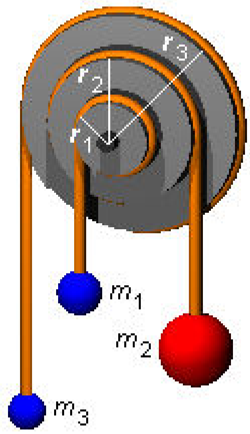
Três polias que giram solidárias fixas no mesmo eixo, nelas estão enrolados fios, de massas desprezíveis, que sustentam esferas. Dados: para a polia 1 $r_1=0{,}2\ \text{m}$ e $m_1=2{,}7\ \text{kg}$, para a polia 2 $r_2=0{,}4\ \text{m}$, para a polia 3 $m_3=1{,}8\ \text{kg}$. Pede-se

a) Se o $m_2=4{,}0\ \text{kg}$ quanto deve valer o raio da polia 3 para que o módulo do momento das forças que atuam no sistema, em relação ao eixo, seja nulo;

b) Se o $r_3=0{,}8\ \text{m}$ quanto deve valer a massa presa à polia 2 para que o gire no sentido horário em relação ao eixo.

Adotar $g=10\ \text{m/s}^2$ para a aceleração da gravidade.



Esquema do problema

Este sistema é equivalente a uma barra, de massa desprezível, apoiada no centro, com as forças peso $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$ e $\vec{P}_3$, os pesos das massas, m_1, m_2 e m_3, atuando a distâncias r_1, r_2 e r_3. Adota-se o sentido anti-horário de rotação do corpo como sendo positivo (figura 1-B).

O momento de uma força em relação é dado por

$$\vec{M}=\vec{F}.d$$

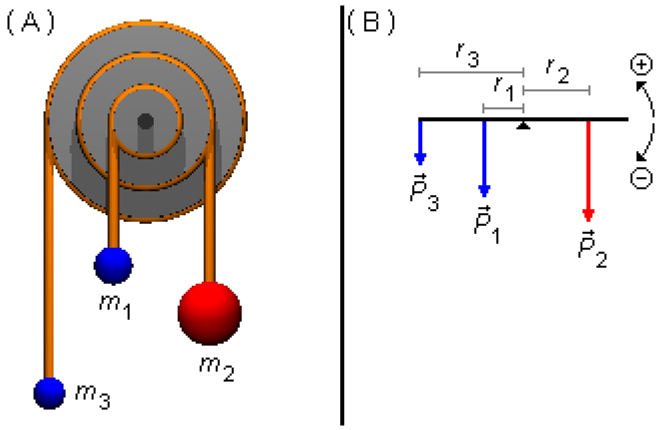


figura 1

em módulo temos

$$M=F.d \qquad \text{(I)}$$

onde F é a força que atua nos sistema, no problema as forças peso, e d é a distância entre o ponto de aplicação da força e o ponto em relação ao qual se deseja calcular o momento, no problema os raios das polia. Como queremos que o momento do sistema seja nulo, temos a condição

$$\sum M=0 \qquad \text{(II)}$$

a) Pela figura 1-B vemos que, em relação ao apoio, as forças peso $\vec{P}_1$ e $\vec{P}_3$ tentam fazer o sistema girar no sentido anti-horário (positivo) e a força peso $\vec{P}_2$ tenta girar no sentido horário (negativo). Aplicando a expressão (I) na condição(II), como os dados do problemas temos

$$P_1.r_1-P_2.r_2+P_3.r_3=0 \qquad \text{(III)}$$

sendo a força peso dada por $P=m.g$, então

$$m_1.g.r_1-m_2.g.r_2+m_3.g.r_3=0$$
$$2{,}7.10.0{,}2-4{,}0.10.0{,}4+1{,}8.10.r_3=0$$

$$5{,}4-16{,}0+18\ r_3=0$$
$$-10{,}6+18\ r_3=0$$
$$18\ r_3=10{,}6$$
$$r_3=\frac{10{,}6}{18}$$
$$\boxed{r_3\cong 0{,}6\ \text{m}}$$

b) Usando a expressão (III) do item anterior, obtemos

$$P_1.r_1-P_2.r_2+P_3.r_3=0$$
$$m_1.g.r_1-m_2.g.r_2+m_3.g.r_3=0$$
$$2{,}7.10.0{,}2-m_2.10.0{,}4+1{,}8.10.0{,}8=0$$
$$5{,}4-4{,}0\ m_2+14{,}4=0$$
$$-4{,}0\ m_2+19{,}8=0$$
$$4{,}0\ m_2=19{,}8$$
$$4{,}0\ m_2=\frac{19{,}8}{4{,}0}$$
$$m_2\cong 4{,}9\ \text{kg}$$

Se $m_2=4{,}9\ \text{kg}$ o sistema estará em equilíbrio, portanto para que gire no sentido horário é preciso que a massa 2 seja maior que este valor

$$\boxed{m_2>4{,}9\ \text{kg}}$$