Independientemente de que el centro de gravedad del sistema aro-barra no coincide en este caso con el centro del aro O, el punto de contacto con el suelo sigue siendo el centro instantáneo de rotación C y se verifica que:

$$\mathbf{a_O}=\boldsymbol{\alpha}\times\mathbf{CO}$$

Al ser despreciable la masa del aro el centro de gravedad del sistema estará en el centro de la barra y el peso es igual a mg siendo m la masa de la barra. Para aplicar las ecuaciones de la dinámica necesitamos en primer lugar calcular la aceleración del centro de masas. De la cinemática:

$$\mathbf{a_G}=\mathbf{a_O}+\boldsymbol{\alpha}\times\mathbf{OG}+\boldsymbol{\omega}\times(\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{OG})$$

En el instante inicial, como se suelta partiendo del reposo:

$$\omega=0$$

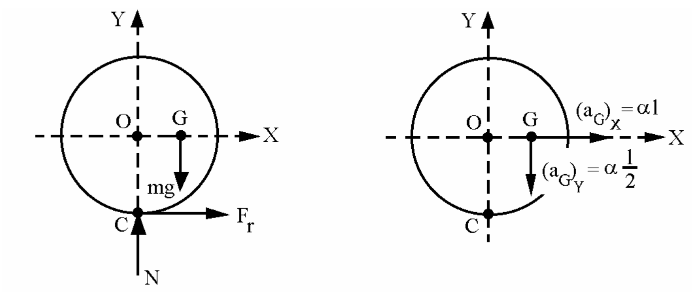
y los vectores valen:

$$\boldsymbol{\alpha}=-\alpha\mathbf{k};\ \mathbf{CO}=l\mathbf{j};\ \mathbf{OG}=\frac{l}{2}\mathbf{i}$$

por lo que:

$$\mathbf{a_G}=\mathbf{a_O}+\boldsymbol{\alpha}\times\mathbf{OG}=\boldsymbol{\alpha}\times\mathbf{CO}+\boldsymbol{\alpha}\times\mathbf{OG}=\begin{vmatrix}\mathbf{i}&\mathbf{j}&\mathbf{k}\\0&0&-\alpha\\0&l&0\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}\mathbf{i}&\mathbf{j}&\mathbf{k}\\0&0&-\alpha\\\frac{l}{2}&0&0\end{vmatrix}=\alpha l\mathbf{i}-\alpha\frac{l}{2}\mathbf{j}$$

Si ahora dibujamos el diagrama de sólido libre y aplicamos las ecuaciones de la dinámica:



$$\Sigma\mathbf{F}=m\mathbf{a_G}$$
$$\Sigma\mathbf{M_G}=I_G\boldsymbol{\alpha}$$

Respecto al sistema de coordenadas reseñado:

$$\Sigma F_X=m(a_G)_X\Rightarrow F_r=m\alpha l$$

$$\Sigma F_Y=m(a_G)_Y\Rightarrow -mg+N=-m\alpha\frac{l}{2}$$

$$\Sigma M_G=I_G\alpha\Rightarrow -N\frac{l}{2}+F_r l=-\frac{1}{12}ml^2\alpha$$

De la primera ecuación:

$$\alpha=\frac{F_r}{ml}$$

Y sustituyendo en las otras dos:

$$-mg+N=-m\frac{F_r}{ml}\cdot\frac{l}{2}\Rightarrow -mg+N=-\frac{F_r}{2}$$

$$-N\frac{l}{2}+F_r l=-\frac{1}{12}ml^2\cdot\frac{F_r}{ml}\Rightarrow -\frac{N}{2}+F_r=-\frac{1}{12}F_r$$

Ahora despejando de la primera y sustituyendo en la segunda:

$$N=mg-\frac{F_2}{2}\Rightarrow -\frac{mg-\frac{F_r}{2}}{2}+F_r=-\frac{1}{12}F_r$$

Resolviendo la ecuación:

$$\underline{F_r=\frac{3}{8}mg}$$