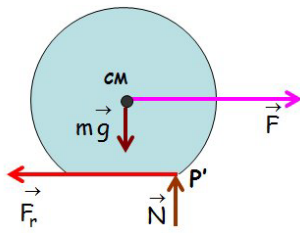


En las situaciones reales los cuerpos se deforman, por poco que sea. El contacto no se realiza entonces a lo largo de una generatriz, sino a lo largo de una estrecha banda. Ello da lugar a que aparezcan reacciones en los apoyos, reacciones que dan lugar a un par que se opone a la rodadura.



la rueda.

Con la finalidad de simplificar el problema, podemos imaginar que en cada momento el cilindro o rueda debe pivotar sobre la generatriz que pasa por P' para poder rodar superando el pequeño obstáculo que se opone a ello. Esto equivale a considerar desplazada la línea de acción de la reacción normal N una distancia que designaremos por d, como se muestra en la figura. Del mismo modo, la fuerza de rozamiento está a una distancia del centro de masas que llamaremos h y que es menor que el radio de

Las ecuaciones de la dinámica serán entonces:

$$\Sigma F_X = m(a_{CM})_X \Rightarrow F - F_r = m a_{CM}$$

$$\Sigma F_Y = m(a_{CM})_Y \Rightarrow N - mg = 0$$

$$\Sigma M_{CM} = I_{CM} \alpha \Rightarrow F_r h - Nd = I_{CM} \alpha$$

Tendremos además la condición de rodadura, que implicará que:

$$a_o = a_{CM} = \alpha r$$

$$F_r \leq \mu_e N$$

En esta situación tendremos que si la rueda se mueve con velocidad constante:

$$v_{CM} = \text{cte} \Rightarrow a_{CM} = 0 \Rightarrow \alpha = 0$$

Así, nos quedan las ecuaciones:

$$\Sigma F_X = m(a_{CM})_X \Rightarrow F - F_r = 0 \Rightarrow F = F_r$$

$$\Sigma F_Y = m(a_{CM})_Y \Rightarrow N - mg = 0 \Rightarrow N = mg$$

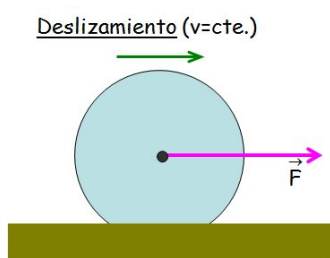
$$\Sigma M_{CM} = I_{CM} \alpha \Rightarrow F_r h - Nd = 0$$

Ahora como tenemos dos momentos opuestos, se pueden compensar, y la suma de los momentos puede ser nula sin que tenga que ser nula la fuerza de rozamiento. Tendremos entonces que de la ecuación de momentos:

$$F_r h - Nd = 0 \Rightarrow F_r = \frac{d}{h} N$$

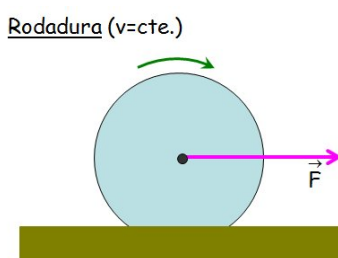
Y de lo que tenemos de las de fuerzas:

$$F = F_r = \frac{d}{h} N = \frac{d}{h} mg \approx \frac{d}{r} mg$$



cinético:

Mientras que si rueda:



$$F = F_r = \mu_c N = \mu_c mg$$

$$F = F_r = \frac{d}{r} mg = \mu_{rod} mg$$

Al cociente entre el valor de d y el radio de la rueda se le conoce como coeficiente de fricción por rodadura μ_{rod} . Notemos las dos condiciones que tenemos, deslizamiento y rodadura, con velocidad constante. Si la rueda desliza, la fuerza de rozamiento adquiere su valor

El rozamiento por rodadura es mucho menor que el rozamiento por deslizamiento, de modo que en principio es ventajoso que el sistema ruede a que deslice. Para unos neumáticos de coche, el coeficiente de rozamiento estático es 0,9, el cinético 0,8 y el de rodadura 0,02.

El valor del coeficiente de rodadura es característico de cada sistema, y depende de muchas más cosas que el coeficiente de rozamiento estático o cinético, como puede ser:

- ✓ La rigidez o dureza de la rueda y la superficie.
- ✓ El radio de la rueda (a mayor radio menor resistencia).
- ✓ El peso o carga al que se somete la rueda.
- ✓ La presión (a mayor presión menor resistencia).
- ✓ La temperatura.
- ✓ El acabado de las superficies en contacto.