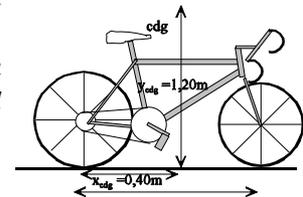


Problemas resueltos de mecánica del sólido rígido

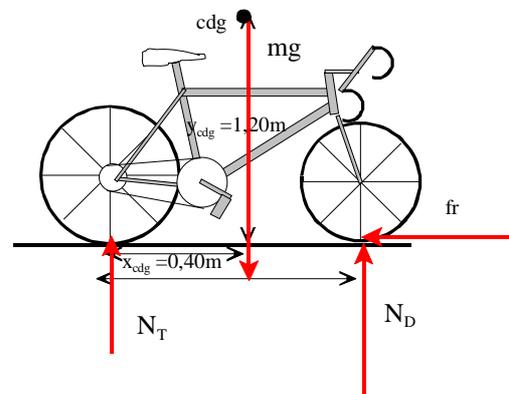
9. Considera el mismo ciclista del problema anterior sobre la misma bicicleta que va a frenar bloqueando las ruedas delanteras dejando libre la trasera.
 a- Calcula el máximo valor de la fuerza de rozamiento y la máxima aceleración de frenado para que el ciclista no levante la rueda trasera del suelo.



Determina el valor de μ para esa situación.

b- Razonadamente indica si volcaría antes o después si modificara el c.d.g. del conjunto subiéndolo, bajándolo, adelantándolo o retrasándolo.

a. Representamos el diagrama de fuerzas sobre el sistema bici-ciclista con únicamente rozamiento sobre la rueda delantera que es la bloqueada y la otra libre (rozamiento despreciable). Sólo son externas la fuerza gravitatoria y las de contacto con el suelo en ambas ruedas.



Aplicamos el 2º principio de la dinámica a la traslación del c.m. en las direcciones vertical y horizontal y el 2º principio para la rotación alrededor del c.m. que como pretendemos que no rote, será cero.

Las ecuaciones son

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}_{c.m.} \quad m \cdot g - N_T - N_D = 0 \quad 70 \cdot 10 - N_T - N_D = 0$$

$$f_r = m \cdot a \quad \mu \cdot N = m \cdot a \quad \mu \cdot (N_D + N_T) = 70 \cdot a$$

$$\sum \vec{M} = I \cdot \vec{\alpha} = 0 \quad x_T \cdot N_T + y_{c.m.} \cdot f_r - N_D \cdot x_D = 0 \quad 0,40 \cdot N_T + 1,20 \cdot f_r - 0,60 \cdot N_D = 0$$

Si el ciclista está al límite de levantar la rueda trasera,

$N_T = 0$, $N_D = 700N$ por lo que sustituyendo en las ecuaciones resulta

$$0 + 1,20 \cdot f_r - 0,60 \cdot 700 = 0$$

$$f_r = 350N$$

$$a_{\max} = \frac{f_r}{m} = \frac{350}{70} = 5m/s^2$$

$$\mu = \frac{f_r}{N_D} = \frac{350}{700} = 0,5$$

b. Para ver cómo afecta la posición del c.d.g. del conjunto a la estabilidad a la hora de frenar, dado que podemos modificarlo cambiando la posición encima de la bicicleta, vamos a ver cómo se modifica la reacción normal del suelo en la rueda delantera al cambiar nuestra posición.

Tomemos como origen el punto de apoyo trasero, siendo d la distancia entre los dos puntos de apoyo y x_{cm} e y_{cm} la del c.d.g. del conjunto.

Aplicaremos el 2º principio con la condición de que el sistema no rote.

La ecuación que resulta al tomar momentos con respecto al c.m. es

$$(m \cdot g - N_D) \cdot x_{c.m.} + \mu \cdot N_D \cdot y_{c.m.} - N_D \cdot (d - x_{c.m.}) = 0$$

Despejando nos queda

$$N_D = \frac{m \cdot g \cdot x_{c.m.}}{d - \mu \cdot y_{c.m.}}$$

Observa que si retrasamos el centro de masas disminuye la reacción delantera con lo que la fuerza de rozamiento en esa rueda también disminuye con lo que es más difícil que vuelque.

Igualmente si nos agachamos para bajar el c.d.g también disminuye N_D y por ende la fuerza de rozamiento y es más difícil volcar.

Nota

Ciclistas y motoristas para disminuir su velocidad y no volcar en ocasiones se levantan, suben el c.d.g., lo hacen para conseguir aumentar la superficie enfrentada al aire con lo que aumenta la fuerza de rozamiento con el mismo y con ello una mayor aceleración de frenado pero como subimos el punto de aplicación de la misma su momento resultante dificulta que el sistema vuelque y conseguimos nuestro propósito.

Ahora bien en esta modelización no se han tenido en cuenta a pesar de su importancia real.