



2. Un cilindre massís, de massa i radi coneguts, que gira amb una velocitat angular ω_0 , respecte a l'eix de simetria que passa pel centre de les seues bases, es deposita suaument sobre la superfície d'una carretera horitzontal. A partir d'aquest moment el cilindre recorre certa distància durant la qual s'escalfa el cilindre, la superfície i l'aire que els envolta, fins que comença a rodar sense lliscar.

Es demana:

- Dibuixe les forces que s'exerceixen sobre el cilindre al llarg d'aquesta distància, identificant el parell acció-reacció de cadascuna d'elles.
- Trobe l'expressió per calcular aquesta distància en funció de les dades conegudes i aplique-la per als següents valors:

Velocitat angular inicial, $\omega_0 = 1000$ r.p.m. ; Radi del cilindre, $R = 20$ cm

Massa del cilindre, $m = 2$ kg ; Coeficient de fregament, $\mu = 0,4$

Considere que el coeficient de fregament de lliscament, μ , es conegut i roman constant al llarg d'aquesta distància.

2. Un cilindro macizo, de masa y radio conocidos, que gira con una velocidad angular ω_0 , respecto al eje de simetría que pasa por el centro de sus bases, se deposita suavemente sobre la superficie de una carretera horizontal. A partir de este momento el cilindro recorre cierta distancia durante la cual se calienta el cilindro, la superficie y el aire que los rodea, hasta que empieza a rodar sin deslizar.

Se pide:

- Dibuje las fuerzas que se ejercen sobre el cilindro a lo largo de esta distancia, identificando el par acción-reacción de cada una de ellas.*
- Encuentro la expresión para calcular esta distancia en función de los datos conocidos y aplíquela para los siguientes valores:*

Velocidad angular inicial, $\omega_0 = 1000$ r.p.m. ; Radio del cilindro, $R = 20$ cm

Masa del cilindro, $m = 2$ kg; Coeficiente de rozamiento, $\mu = 0,4$

Considere que el coeficiente de rozamiento de deslizamiento, μ , es conocido y permanece constante a lo largo de esta distancia.

Referencias:

-Resuelto por *sleepylavoisier* en <http://www.docentesconeducacion.es/viewtopic.php?f=92&t=3585>

-Equilibrio entre el movimiento de traslación y el movimiento de rotación (I)

http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/solido/mov_general/equilibrio/equilibrio.htm

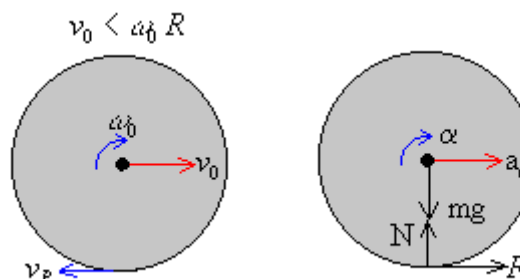
a) Una vez que está apoyado, las fuerzas que se ejercen sobre el cilindro y el par acción reacción son:

-Peso: ejercicio por la Tierra sobre el cilindro.

Reacción: fuerza gravitatoria del cilindro sobre la Tierra.

-Normal: fuerza que el suelo ejerce sobre el cilindro. Reacción: fuerza que el cilindro ejerce sobre el suelo, y que en caso de que el suelo no fuese rígido lo deformaría.

-Fuerza de rozamiento: ejercida por el suelo sobre el cilindro cilindro. Reacción: fuerza que el cilindro ejerce sobre el suelo. La fuerza de rozamiento es tal siempre se opone al movimiento del objeto en la zona de contacto, que en este caso es hacia la izquierda, por lo que la fuerza de rozamiento es hacia la derecha, lo que puede parecer contraituitivo, pero al mismo tiempo la intuición nos dice que al dejar el cilindro se moverá hacia la derecha, y dado que la inercia no es una



Física con ordenador, Ángel Franco



fuerza y normal y peso no realizan trabajo, al mismo tiempo se puede ver intuitivamente que la fuerza de rozamiento debe ser hacia la derecha en el diagrama.

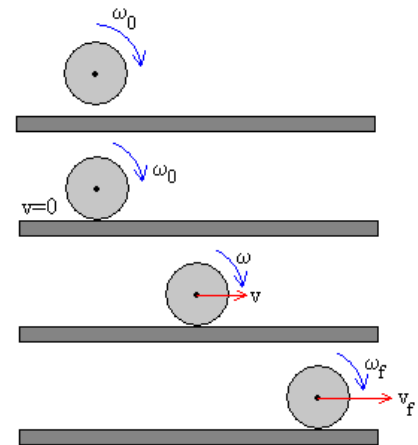
> Como enunciado dice que se calienta el aire, también podría considerarse que se ejerce por el aire y sobre el aire, que ignoramos, simplemente el aire se calienta tomando calor del cilindro y del suelo.

b) Se indica “se deposita suavemente”, luego la velocidad inicial del centro de masas, $v_0=0$, y podemos razonar cualitativamente:

-Si no hubiera rozamiento, el cilindro giraría indefinidamente sobre el mismo sitio

-Con rozamiento y deslizamiento, el cilindro “patinará” y perderá energía por rozamiento, lo que hará que disminuya su velocidad de giro. La fuerza de rozamiento a nivel de traslación hace avanzar el cilindro hacia la derecha, y a nivel de rotación disminuye su velocidad de giro.

-”Con rozamiento sin deslizamiento”, se puede considerar que hay rozamiento como tal sino fuerza de rodadura, el cilindro avanza a velocidad constante, tanto velocidad de traslación del centro de masas como velocidad de rotación, ya que ambas son constantes y están relacionadas con la condición de rodadura.



Física con ordenador, Ángel Franco

Planteamos la situación inicial, hay deslizamiento y no se cumple la condición de rodadura. Hay rozamiento y aplicando 2ª ley Newton en eje y $F_r = \mu N = \mu mg$

$$\text{Traslación: } m \cdot a_{CM} = \mu mg \Rightarrow \frac{dv_{CM}}{dt} = \mu g \Rightarrow v_{CM} = \mu gt$$

El centro de masas tiene aceleración constante, describe un MRUA con $a > 0$.

$$\text{Rotación: } M_{CM} = I_{CM} \cdot \alpha \Rightarrow -\mu mg \cdot R = \frac{1}{2} m R^2 \frac{d\omega}{dt} \Rightarrow d\omega = -2\mu \frac{g}{R} dt \Rightarrow \omega = \omega_0 - 2\mu \frac{g}{R} t$$

El cilindro describe un MCUA con $\alpha < 0$.

La velocidad del punto de contacto con la superficie es la suma de la velocidad de traslación, que va aumentando, y la velocidad de rotación, que es negativa y que va disminuyendo. $v_p = v_{CM} - \omega R$

Cuando se cumple la condición de rodadura, la velocidad de traslación del punto de contacto es igual a la velocidad de rotación, y la velocidad del punto de contacto es nula. Puede parecer contraintuitivo pero la condición de rodadura sin deslizar implica que en cada vuelta completada se recorre una circunferencia $v_{CM} = \frac{2\pi R}{T} = \omega R$ que operando lleva a $0 = v_{CM} - \omega R$

$$v_{CM} - \omega R = 0 \Rightarrow \mu gt - (\omega_0 - 2\mu \frac{g}{R} t) R = 0 \Rightarrow \mu gt + 2\mu gt = \omega_0 R \Rightarrow t = \frac{\omega_0 R}{3\mu g}$$

Como una aumenta y otra disminuye, llega un momento en el que se igualan, y a partir de ese momento comienza a rodar sin deslizar.

En el momento en el que se igualan

$$v_{CM} - \omega R = 0 \Rightarrow \mu gt - (\omega_0 - 2\mu \frac{g}{R} t) R = 0 \Rightarrow \mu gt + 2\mu gt = \omega_0 R \Rightarrow t = \frac{\omega_0 R}{3\mu g}$$

Como se nos pide distancia recorrida y se trata de un MRUA $s = \frac{1}{2} a_{CM} t^2 = \frac{1}{2} \mu g \left(\frac{\omega_0 R}{3\mu g} \right)^2$

$$\text{Con valores numéricos } s = \frac{1}{2} 0,4 \cdot 9,8 \left(\frac{1000 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot 0,20}{3 \cdot 0,4 \cdot 9,8} \right)^2 = 6,2 \text{ m}$$

Usamos $g=9,8 \text{ m/s}^2$ que no es dato, y expresamos resultado con 2 cifras significativas.