

EL MUSEO DE NEWTON – J.P. NEGRET

SALA 10 – ROTACION DE CUERPOS RIGIDOS CON EJES FIJOS v4.3



"YES, I AGREE THAT MAN IS MASTER OF HIS OWN DESTINY, BUT SOMETIMES IT HELPS IF YOU PASS ALGEBRA."

"En rotaciones tengo libertad de usar cantidades angulares en grados o en radianes". Solamente puedes RADIANTES cuando tratas rotaciones y manejas coordenadas angulares θ , velocidades angulares ω y aceleraciones angulares α .

"No es correcto hablar de velocidad angular pues se debe hablar del escalar rapidez angular". La velocidad angular es un vector ω^{\rightarrow} , al igual que la aceleración angular α^{\rightarrow} . Para rotación de un cuerpo rígido alrededor de un eje fijo tenemos una situación análoga a la de translación de una partícula en una dimensión, en donde no necesitas usar vectores, sino las componentes de los vectores, que son escalares con signo.

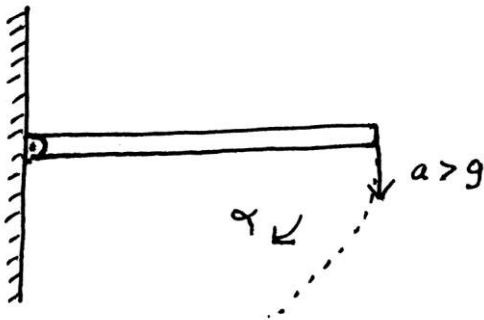
"Un eje fijo es un eje quieto". No necesariamente. Un eje fijo se refiere a un eje con una DIRECCION FIJA. Un eje que se desplace paralelamente es un eje fijo, por ejemplo, el eje de una rueda que no se tuerce.

"Igual que masa, que es una medida de la inercia traslacional de un cuerpo, la inercia rotacional es una propiedad intrínseca de un cuerpo". La inercia rotacional depende de la masa de un cuerpo, pero también depende de la posición y orientación de un eje, así que cambia con el eje y NO es una propiedad intrínseca de un cuerpo.

"La inercia rotacional de un cuerpo liviano es menor que la de un cuerpo masivo". No necesariamente. La inercia rotacional también depende de la distribución de la masa en

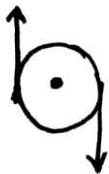
relación al eje, de tal manera que si está alejada del eje la inercia rotacional puede ser muy grande, aunque la masa sea poca.

“Bajo la influencia de la gravedad, ningún cuerpo puede caer con una aceleración mayor que g .” Considera una vara delgada horizontal sujeta en un extremo por una bisagra y sujeta en el otro extremo por una mano. La mano se retira. El cuerpo no está en caída libre y el cuerpo entero no cae con una aceleración mayor que g y, pero en el instante que se retire la mano, el extremo libre de la vara caerá con una aceleración mayor que g ! Esto explica porqué al caer una chimenea alta, ésta se rompe en dos pedazos antes de llegar al piso. Nota que la aceleración lineal del extremo y la aceleración angular de la vara NO son constantes mientras cae la vara.



“Es imposible calcular el torque que produce la fricción de un eje sobre un cuerpo que gira a su alrededor”. Lo usual es que idealizamos los ejes como líneas rectas sin espesor, aunque en realidad tienen un espesor, y la fricción sí puede producir un torque constante. Sin conocer los detalles del eje, puedes calcular (o medir en el laboratorio) ese torque usando la ecuación de la dinámica: torque neto igual al producto de la inercia rotacional por la aceleración angular ($\tau_{\text{neto}} = I \alpha$).

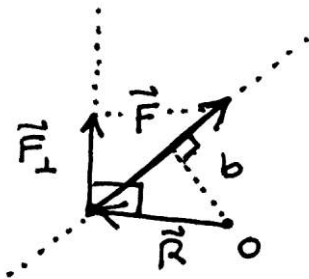
“Si la fuerza neta sobre un cuerpo es cero, el torque neto sobre el cuerpo tiene que ser cero.” No necesariamente. Considera una rueda bajo dos fuerzas iguales y OPUESTAS que actúan tangenciales sobre dos puntos opuestos de su circunferencia. Aquí la fuerza total es cero pero el torque total respecto al centro de la rueda no es cero, sino que es dos veces el torque producido por una de las dos fuerzas.



“Si el torque total sobre un cuerpo es cero, la fuerza total sobre el cuerpo tiene que ser cero.” No necesariamente. Considera una rueda bajo dos fuerzas iguales y PARALELAS que actúan tangenciales sobre dos puntos opuestos de su circunferencia. Aquí el torque total respecto al centro de la rueda es cero pero la fuerza total no es cero.

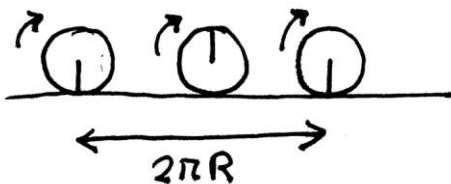


“La magnitud de un torque es igual producto de la fuerza por el brazo, así que toda la fuerza, y no únicamente su componente perpendicular, contribuye al torque”. Hay dos maneras independientes de calcular la magnitud de un torque: 1) bF , donde b (brazo) es la distancia entre la línea definida por el vector fuerza y el punto respecto al cual se calcula el torque; 2) $R F_{\perp}$, donde el R (radio) es la distancia entre el punto de acción de la fuerza y el punto respecto al cual se calcula el torque, y F_{\perp} (fuerza perpendicular) es la componente de la fuerza en dirección perpendicular al radio. Ambos métodos dan el mismo resultado.



“La única fuerza externa sobre un punto de la periferia de un disco es igual al producto de la masa del punto y la aceleración lineal del punto”. No, es igual al producto de la masa TOTAL del disco y la aceleración lineal de su CENTRO DE MASA. En un cuerpo rígido, la fuerza externa sobre un punto se transmite intacta a todos los puntos del cuerpo, y el cuerpo acelera como si la fuerza se aplicara sobre su centro de masa.

“Una moneda rueda sin resbalar y completa una vuelta completa. En este tiempo un punto en la periferia recorre una distancia diferente a la distancia que recorre otro punto a mitad de camino entre el centro y la periferia. Entonces no se puede hablar de una sola velocidad para la moneda”. La trayectoria que recorre cada punto en la moneda no es una línea recta, es diferente en cada caso, y la distancia recorrida dividida por ese tiempo no es relevante. Lo que la moneda tiene en común es una única velocidad angular y una única velocidad de translación, que es la de su centro de masa.



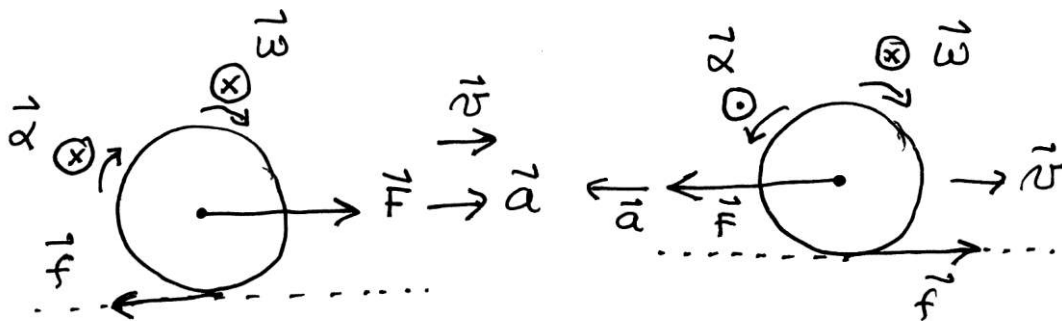
“La velocidad de translación de un cuerpo que rueda es independiente de su velocidad angular de rotación”. Si el cuerpo rueda sin resbalar, su rapidez de translación (de su

centro de masa) es igual al producto de su radio por la magnitud de su velocidad angular ($v = R\omega$). La situación es análoga a la de un yo-yo que “rueda” por la cuerda que se desenrolla. Si el cuerpo primero rueda y resbala al mismo tiempo y luego rueda sin resbalar (como una bola en el juego de bolos), no existe esta relación mientras rueda y resbala al mismo tiempo.

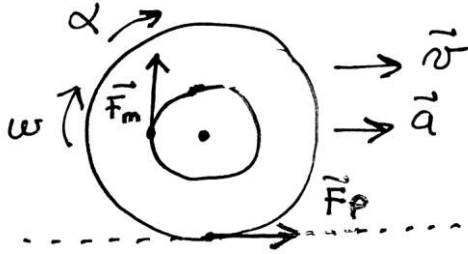
“Si suelto del reposo y dejo rodar sin resbalar por un plano inclinado a una esfera de masa M y radio R al lado de un cilindro de la misma masa M y el mismo radio R , ambos llegan al suelo al mismo tiempo.” No, porque la inercia rotacional es diferente. Cuál crees que llega primero?

“Si suelto del reposo dos esferas de igual radio pero diferentes masas y las dejo rodar sin resbalar por un plano inclinado, llega primero al suelo la esfera de mayor masa”. No, ambas llegan al mismo tiempo. De hecho, dos cuerpos del mismo tipo (dos esferas o dos discos, etc), siempre llegan al suelo al mismo tiempo, sin importar sus radios ni sus masas. Nota también que si dos cuerpos resbalan sin fricción y NO RUEDAN, llegan al mismo tiempo, sin importar ni la masa ni el radio ni el tipo de cuerpos.

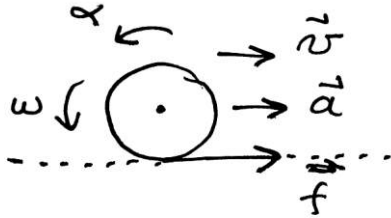
“Una cuerda produce una tensión ($F \rightarrow$) sobre una vara que atraviesa un rodillo a lo largo de su eje. Cuando el rodillo rueda sin resbalar y acelera hacia adelante, hay una fuerza de fricción ($f \rightarrow$) del piso hacia adelante”. No, la fuerza de fricción del piso (f) es hacia atrás y es de menor magnitud que la fuerza hacia adelante de la tensión (F). Para un cuerpo inerte (sin una fuente interna de energía) como un rodillo que rueda sin resbalar, uno puede determinar la dirección de la fuerza de fricción del piso con el signo de la aceleración angular, pues esta fuerza del piso debe producir un torque consistente con el signo de la aceleración angular. Si la bola frena, la fuerza de fricción del piso es hacia adelante.



“Un carro acelera hacia adelante porque su motor ejerce una fuerza hacia adelante”. El motor es parte del cuerpo y no lo puede acelerar porque no puede ejercer una fuerza externa. La fuerza en la dirección de la aceleración es debida a la fuerza externa ejercida por el piso sobre las llantas (F_p), y esta fuerza es una REACCION a la fricción que las llantas ejercen sobre el piso. Esta situación es diferente a la de un cuerpo inerte (sin una fuente de energía interna). Obviamente las llantas reciben energía del motor porque el eje de la rueda produce una fuerza (F_m) sobre la llanta que a su vez produce un torque en sentido opuesto al torque producido por la fuerza del piso. Si el carro frena, la fuerza del piso es hacia atrás.



“Un rodillo reposa sobre un mantel sobre una mesa. Alguien hala el mantel hacia la derecha y el rodillo rueda sin resbalar girando hacia atrás (sentido opuesto a las agujas de un reloj), así que su aceleración es hacia la izquierda”. No, la aceleración es hacia la derecha, en la dirección de la fuerza neta que siente, o sea, la fricción producida por el mantel (f). La velocidad de translación medida respecto a la mesa también es hacia la derecha. La situación es semejante cuando se hala hacia arriba un yo-yo con una tensión superior al peso del yo-yo.



“La fuerza de fricción sobre un cuerpo que rueda sin resbalar es siempre igual al producto del coeficiente estático de fricción y la fuerza normal”. La situación es análoga a la fricción estática entre un bloque y una superficie pues la magnitud de la fuerza de fricción puede tener un valor entre cero y un máximo igual a producto del coeficiente estático de fricción y la fuerza normal. Pero la situación es un poco diferente a la de cuerpos que no ruedan. Si el cuerpo rueda con velocidad angular CONSTANTE la fricción estática entre el piso y el cuerpo es CERO (análogo a cuando el bloque reposa sobre una superficie horizontal, pues en ambos casos la fricción no necesita actuar). En general, la magnitud de la fuerza de fricción en un cuerpo que rueda se puede hallar si se conoce el torque que produce esta fricción. Por ejemplo, analiza un cilindro que rueda libremente y sin resbalar por un plano inclinado. El valor máximo de la fricción se alcanza cuando el cilindro que rueda está a punto de resbalar. (Nota curiosa: Para una llanta real, que es elástica, que rueda con velocidad constante sobre una superficie horizontal se habla de un coeficiente de fricción de rodamiento μ_r , igual al cociente entre la pequeña fuerza necesaria para mantener la llanta rodando con velocidad constante sobre una superficie horizontal y la fuerza normal ejercida por el piso sobre la llanta).