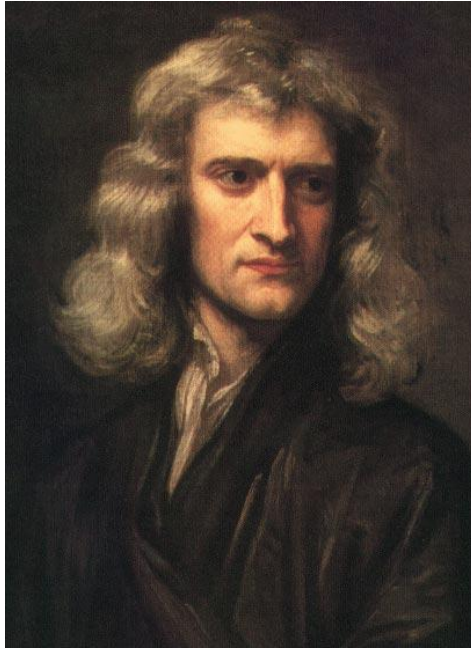


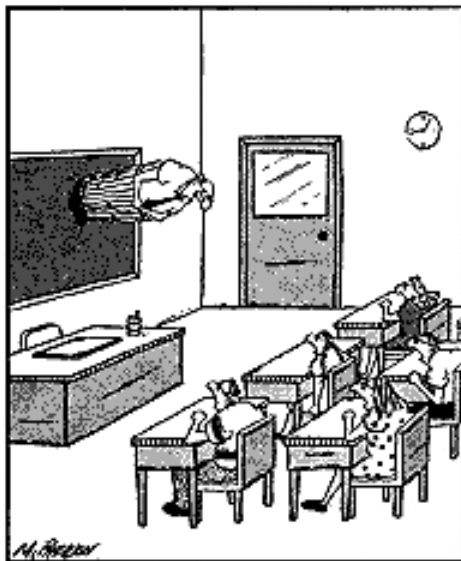
EL MUSEO

Para Visitantes al Reino de Newton



Bienvenidos al Museo! Contiene mitos, leyendas y artefactos históricos de los que se han extraído lecciones y recomendaciones para los visitantes al reino de Newton. Su lectura e implementación te garantizará una estadía agradable y beneficiosa. Visítalo con frecuencia para conocer las nuevas adiciones.

J. P. Negret - Versión 4.3 -1 de mayo de 2003.



"Good morning, and welcome to
The Wonders of Physics."

"En un quizz calculé la rapidez de un carro que recorría un kilómetro en medio minuto. Hice todo perfecto, cambié las unidades, usé mi calculadora y puse la respuesta exacta, o sea, 33.333, pero me bajaron la nota". Una cantidad física no es un número puro ni exacto, sino que tiene unidades físicas y una precisión finita que se refleja en sus cifras significativas. Usa notación científica (con potencias de diez) en los datos de entrada para aclarar el número de cifras significativas que puedes poner en la respuesta. Recuerda que el dato de entrada con el MENOR número de cifras es el que impone la precisión de la respuesta. Las calculadoras no saben física, de tal manera que debes interpretar sus resultados.

"Las unidades de kilogramos, metros y segundos se derivan de principios fundamentales de la física". Estas unidades son totalmente arbitrarias, no son fundamentales y simplemente reflejan dimensiones de masa, longitud y tiempo que son cómodas para los humanos.

"Como todas las cantidades físicas deben tener unidades física, las unidades de seno α son grados". Las unidades del argumento de una función trigonométrica no son las unidades de la función. Las funciones trigonométricas no tienen unidades físicas. Grado no es una unidad física porque no se puede expresar en función de kilogramos, metros, segundos. Una función trigonométrica es una cantidad que al multiplicarse por una cantidad física modifica el valor de esa cantidad física, pero no cambia sus unidades (por ejemplo, $\text{mg} \sin \alpha$ tiene las unidades de mg , o sea, kg m/s^2).

“Velocidad angular tiene unidades diferentes a las de frecuencia”. Decimos que las unidades de velocidad angular son radianes por segundo (rad/s), pero radianes es la longitud de un arco dividido por el radio del círculo, así que no se puede expresar en términos de las unidades físicas conocidas, y no es una nueva unidad física. Decimos que las unidades de frecuencia son vueltas por segundo o ciclos por segundo o hercios (Hz). Entonces las unidades físicas de velocidad angular y de frecuencia son iguales: segundos inversos (s^{-1}).

“Un área de 1 m^2 equivale a 100 cm^2 ”. No, equivale a $100 \times 100 = 10\,000\text{ cm}^2$.

“Velocidad es distancia dividida por tiempo”. Es una frase vaga y ambigua y no es correcta en general. Podríamos decirse mejor que esta una especie de rapidez promedio. Distancia no tiene signo y no es lo mismo que desplazamiento. Por ejemplo, la frase no es correcta para una velocidad variable, y no es correcta para movimientos en dos o tres dimensiones. Debes usar las definiciones generales para los vectores velocidad media y velocidad instantánea, que se basan en el vector desplazamiento y en el correspondiente intervalo de tiempo.

“Una bicicleta se mueve en línea recta. Si su velocidad promedio entre dos puntos es diferente de cero, su velocidad instantánea es diferente de cero en todos los puntos intermedios”. No necesariamente. Aunque la velocidad promedio no sea cero, puede ser que la velocidad instantánea valga cero en uno o varios puntos, e incluso es posible que cambie de signo, esto es, que la bicicleta se detenga e invierta su dirección. De manera análoga, es posible que nunca su velocidad sea cero, pero que en algún punto su aceleración sea cero, esto es, que entonces su velocidad sea constante.

“Si un cuerpo frena al moverse en el sentido negativo del eje es porque su aceleración es negativa”. Su aceleración es positiva. Recuerda que cuando la rapidez disminuye es porque el signo de la velocidad es opuesto al de la aceleración. Si la rapidez aumenta, tienen el mismo signo.

“Puesto que siempre se coloca $t_0 = 0$, sobra escribirlo en las ecuaciones de cinemática”. Muchas veces t_0 es igual a cero, pero no siempre. Por ejemplo, puede ser que no sea cero cuando hay dos o más cuerpos. Es mejor que siempre tomes de partida la forma más general de las ecuaciones de cinemática, con t_0 , x_0 y v_0 .

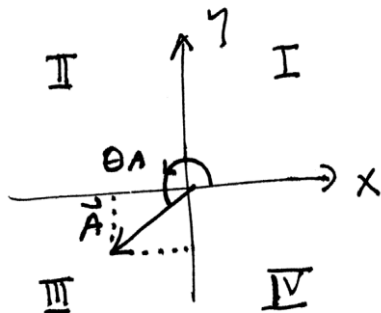
“Para aceleración constante, se puede hallar la velocidad promedio entre dos instantes t_1 y t_2 si se conocen las velocidades v_1 y v_2 : $\langle v \rangle = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$. Puedo hacer lo mismo para la posición promedio: $\langle x \rangle = \frac{1}{2}(x_1 + x_2)$ ”. La fórmula para $\langle x \rangle$ no es válida. La coordenada x no varía linealmente con el tiempo, sino cuadráticamente con el tiempo.

“No es cierto que la magnitud de un vector no tenga signo. Por ejemplo, es común escribir $-A$ al referirse a un vector”. No confundas tres cosas: 1) el símbolo para un vector, que siempre debe tener una flecha sobre la letra (por ejemplo, A^{\rightarrow}); 2) la magnitud de un vector, que no tiene signo y que se escribe colocando barras verticales a cada lado del símbolo para el vector (por ejemplo, $|A^{\rightarrow}|$); 3) la componente de un vector,

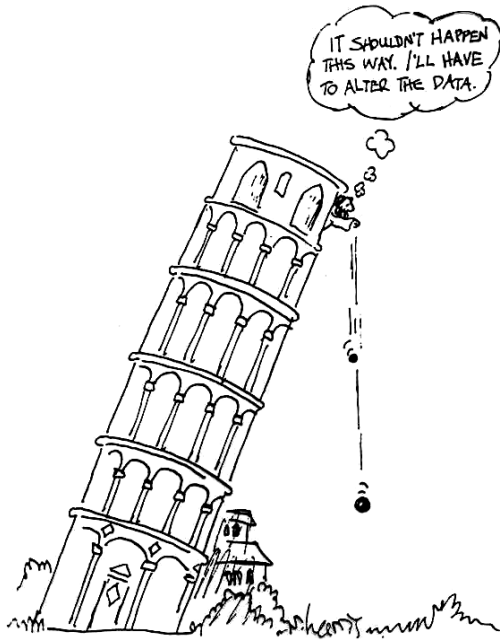
que es un escalar que tiene un signo. En este caso, $-A$ (sin una flecha) significa que para ahorrarse trabajo se han omitido la flecha y las barras verticales para la magnitud del vector ($-A = -|A|$) y que el signo menos indica que se trata de la COMPONENTE del vector, que es negativa y que en este caso tiene la magnitud del vector. O sea, el vector apunta en el sentido negativo del eje al cual se refiere la componente. Por ejemplo, si se trata del eje X, $A_x = -A$.

“Sobra poner flechas sobre la letra de un vector, porque si escribo por ejemplo $-A$ (sin una flecha) se entiende sin problema”. Siempre debes poner una flecha sobre el símbolo de un vector. Si le colocas una flecha ($-A^{\rightarrow}$), indica que el vector original ha sido multiplicado por un escalar de valor -1 , lo cual significa que el nuevo vector ahora tiene una dirección opuesta al original. Pero si NO le colocas flecha indica una componente negativa de un vector respecto a cierto eje, que es algo diferente.

“La componente en X de un vector siempre es igual al producto de la magnitud del vector por el coseno del ángulo”. Es cierto si se trata del ángulo OFICIAL del vector, esto es, el ángulo que el vector hace respecto al eje positivo de X, aumentando en sentido opuesto al de las agujas de un reloj. En este caso el ángulo va entre cero y 360 grados. En caso que no sea conveniente usar este ángulo oficial, dibuja un triángulo rectángulo en donde la hipotenusa representa la magnitud del vector. Entonces los catetos representan las magnitudes de las componentes. Entonces debes aplicar trigonometría a este triángulo y tener cuidado luego al decidir los signos de las componentes. Es recomendable reservar el símbolo θ (teta) para el ángulo oficial y usar símbolos diferentes para otros ángulos.



“Siempre puedo hallar el ángulo oficial con el inverso de la tangente para el cociente de las componentes Y y X”. Correcto, pero debes tener cuidado con el signo del cociente, que es positivo para un vector que yace sobre los cuadrantes I y III, y negativo para los cuadrantes II y IV. Algunas calculadoras toman en cuenta esta ambigüedad.



"Como la masa de un cuerpo se mide con su peso, un cuerpo alejado en el espacio exterior no tiene peso ni tiene masa". No tiene peso (porque no hay fuerza de gravedad), pero si tiene masa, que es una propiedad intrínseca del cuerpo, independiente de su peso y que se puede medir sin conocer su peso.

"La fuerza de gravedad depende de la masa del objeto, así que una bola de hierro cae (sin aire) más rápidamente que una bola de ping pong". La aceleración para ambos es g , así que caen igual. Se encuentra que para todos los cuerpos, su masa "inercial" (de la segunda ley) tiene el mismo valor que la masa "gravitacional" (de la ley universal de gravitación).

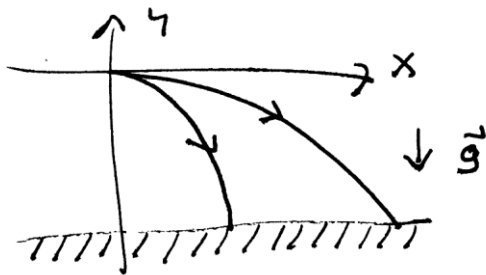
"La ley universal de gravitación de Newton debiera llamarse la cuarta ley de Newton". Mientras que las tres leyes de Newton se aplican a todo tipo de fuerzas, la ley universal de gravitación de Newton es otra cosa, es la ley exclusivamente para la fuerza gravitacional. Existen otras leyes de fuerzas, por ejemplo, la ley de Coulomb para la fuerza eléctrica.

"La aceleración de la gravedad g es una constante universal como la velocidad de la luz en el vacío". No es universal, porque es la aceleración debida a la gravedad de la tierra cerca de su superficie y varía levemente con la altitud. Se puede calcular con la ley universal de gravitación de Newton. Esta ley contiene una constante universal: G , que nadie sabe cómo calcular, al igual que la velocidad de la luz.

"La única fuerza de gravedad sobre un cuerpo es su peso". Existe gravedad entre cualquier par de cuerpos con masa, por ejemplo, entre una persona y una mesa. Pero la gravedad es una fuerza muy débil y solamente tomamos en cuenta la que ejerce la tierra entera.

"Para sentir la fuerza gravitacional de la tierra, un cuerpo debe estar en contacto con la tierra o en el aire cerca de la superficie". No, porque es una fuerza que actúa a distancia sin importar si hay aire o materia o si hay vacío.

"Si lanzo horizontalmente una pelota con mucho impulso, su alcance es grande, a diferencia de si la lanzo con poco impulso, así que la velocidad horizontal de la pelota depende de este impulso y disminuye durante el vuelo". Cuando tienes la pelota en la mano existe una fuerza y una aceleración horizontales y esto determina la velocidad inicial de la pelota. Si se desprecia el efecto del aire, una vez que la pelota abandona tu mano ya no está bajo ninguna fuerza horizontal. La única fuerza sobre la pelota es entonces la de la gravedad, que imparte una aceleración vertical a la pelota, lo que explica el cambio de su velocidad durante el vuelo. Su velocidad horizontal siempre permanece constante, igual a la inicial. De hecho, en este caso la rapidez de la pelota aumenta durante todo el vuelo.

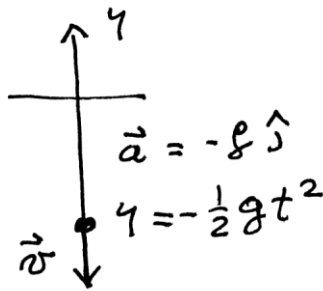


"Los proyectiles no se mueven en un plano vertical. Los futbolistas observan cómo los balones se desvían hacia los lados". Estudiamos proyectiles ideales, o sea, partículas puntuales en ausencia de aire, y estos siempre se mueven en planos verticales. Las desviaciones de un balón (que no es una partícula puntual) son debidas a la presencia del aire: ya sea que hay un viento que sopla de lado o que el rozamiento del aire los desvía debido a que el balón gira alrededor de sí mismo.

"Ahora que he memorizado la fórmula para el rango R de un proyectil, puedo usarla en todas las situaciones." Solamente puedes usarla cuando el proyectil vuelve a la misma altura de donde partió. Por ejemplo, no sirve si cae sobre una montaña. Son muy pocas las fórmulas básicas que debes memorizar. Las fórmulas no básicas (como el rango de un proyectil) o para casos particulares, siempre las puedes deducir a partir de las básicas.

"Un cuerpo en caída libre que parte del reposo desde el origen recorre una distancia $\frac{1}{2} g t^2$, así que su aceleración es $+g$ ". Aunque la distancia que recorre (un escalar sin signo) tiene este valor, la coordenada del cuerpo es un escalar con signo. Si el eje "y" positivo

apunta verticalmente hacia arriba, la coordenada es $-\frac{1}{2} g t^2$. Entonces en este caso la aceleración del cuerpo es $-g$.



"El signo de g cuando sube un proyectil es opuesto al signo cuando baja". $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ es la magnitud de la aceleración de la gravedad y no tiene signo. El vector aceleración \vec{g} de la gravedad siempre apunta verticalmente hacia abajo, de tal manera que una vez escoges el marco de referencia, el signo de la aceleración de la gravedad es la misma en cualquier instante del movimiento del proyectil.

"Para resolver un problema con proyectiles necesito separarlo en dos intervalos: uno para la subida y otro para la bajada". Si no es indispensable (porque no se necesita para la respuesta), no necesitas separar el problema en dos intervalos. Una vez has escogido el marco de referencia y has escrito las ecuaciones de cinemática, estas ecuaciones son válidas para cualquier instante durante el vuelo del proyectil, tanto para la subida como para la bajada.



"Las leyes de Newton son postulados matemáticos, tal como el teorema de Pitágoras".

Las leyes de Newton no son postulados matemáticos, ni son como los teoremas matemáticos. Matemáticas no es una ciencia experimental. La física es la ciencia EXPERIMENTAL por excelencia, y las leyes de Newton son parte del Modelo Newtoniano, válido en el reino de Newton, que igual que todos los modelos teóricos exitosos en la física, se inspiró en resultados experimentales y que no ha sido refutado por nuevos experimentos.

"Las leyes de Newton solamente pueden aplicarse a objetos inertes, como rocas, y no valen para seres vivos que tienen fuentes de energía propias". Las leyes de Newton son válidas en cualquier situación, aunque incluya seres vivos o máquinas, aunque usualmente es más sencillo entenderlas al aplicarlas con objetos inertes.

"Nadie ha visto que un cuerpo mantenga un movimiento a menos que se le aplique una fuerza". Si se estudian con cuidado, se encuentran muchas situaciones en donde se observa que un movimiento uniforme se mantiene sin necesidad de fuerzas. En el ambiente usual existen fuerzas tales como fricción y viscosidad que dan esta falsa impresión. Una buena aproximación es el movimiento de un cuerpo sobre una pista de hielo o sobre un riel de aire o mesa de aire.

"Un marco inercial es un marco no acelerado". Es preferible decir: un marco inercial es un marco en donde un objeto en reposo se mantiene en reposo si no hay una fuerza neta actuando sobre él. La existencia de marcos inerciales es un hecho empírico. No conocemos marcos en reposo absoluto respecto a los cuales podamos determinar si otro marco acelera o no.

"Las leyes de Newton no siempre son válidas. La superficie de la tierra no es un marco inercial, pero la usamos como inercial". Si se estudia un cuerpo cercano a la superficie

de la tierra durante un corto tiempo, la rotación de la tierra tiene un efecto insignificante y los resultados son excelentes. Para obtener un resultado aún mejor, siempre puedes hacer un cálculo más complicado y tomar en cuenta la rotación de la tierra. Las leyes de Newton siempre son válidas dentro del reino de Newton, o sea, por fuera del reino Cuántico (fenómenos atómicos) y por fuera del reino de Einstein (muy altas velocidades y energías).

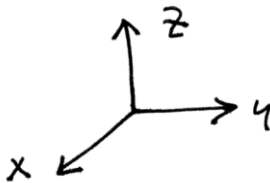
"Para todos los ejercicios puedo usar las ecuaciones de cinemática para aceleración constante". Solamente si las fuerzas son constantes. Por ejemplo, NO las puedes usar si hay movimiento de péndulos o con resortes o de gravitación en su forma general o en un fluido viscoso.

"Si las fuerzas que intervienen son constantes, tales como el peso, la normal y la tensión, puedo usar cinemática con aceleración constante". El peso siempre es una fuerza constante, pero no es el caso de la normal (por ejemplo si la superficie es curvada) o de la tensión (por ejemplo en un péndulo). Antes de suponer aceleración constante hay que verificar que la fuerza neta es constante en magnitud y dirección.

"Puesto que la posición, velocidad y aceleración de un objeto tienen diferentes valores en diferentes marcos de referencia, las fuerzas son relativas y también dependen del marco de referencia". Las fuerzas son intrínsecas a las interacciones entre dos cuerpos y no dependen de marcos de referencia. Las leyes de Newton se aplican en marcos inerciales y en todos ellos las fuerzas sobre un cuerpo son las mismas, así como su aceleración, aunque no lo sean la posición y velocidad.

"El marco de referencia que uso siempre debe estar en reposo". No necesariamente. Debe ser un marco inercial, y este puede tener velocidad constante. Lo usual es que está en reposo.

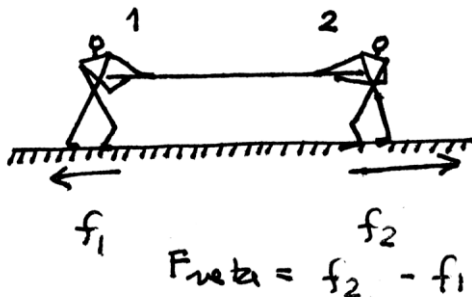
"Con tal que sea un marco inercial, puedo colocar como me plazcan los tres ejes mutuamente perpendiculares $X Y Z$ ". Debes usar un marco "derecho", esto es, la orientación del eje Z es dictada por la regla de la mano derecha.



"Un cuerpo alejado en el espacio exterior que se mueve en línea recta con velocidad constante no está en equilibrio, porque un cuerpo que está en equilibrio es un cuerpo en reposo". Puede estar en reposo o puede tener velocidad constante. Ambas situaciones son equivalentes para un cuerpo en equilibrio.

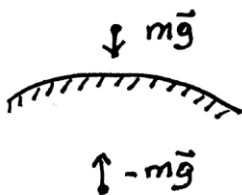
"Un cuerpo en equilibrio significa que no hay fuerzas actuando sobre el". No necesariamente. También puede ser que existan varias fuerzas que se cancelan para dar una fuerza neta cero. Por ejemplo, un bloque que se desliza sin fricción sobre una mesa horizontal.

"Puesto que para cada acción existe una reacción igual y opuesta, una persona que hale una cuerda de un extremo nunca podrá arrastrar a otra persona que hale del otro extremo". Si existe aceleración es porque existe una fuerza neta EXTERNA al sistema compuesto por las dos personas y la cuerda. La persona que ejerza la mayor fricción sobre el piso gana, pues habrá una reacción igual y opuesta del piso sobre la persona.



"Para un libro en reposo sobre una mesa, la fuerza normal es la reacción al peso". Nunca, porque son dos fuerzas que actúan sobre un mismo cuerpo.

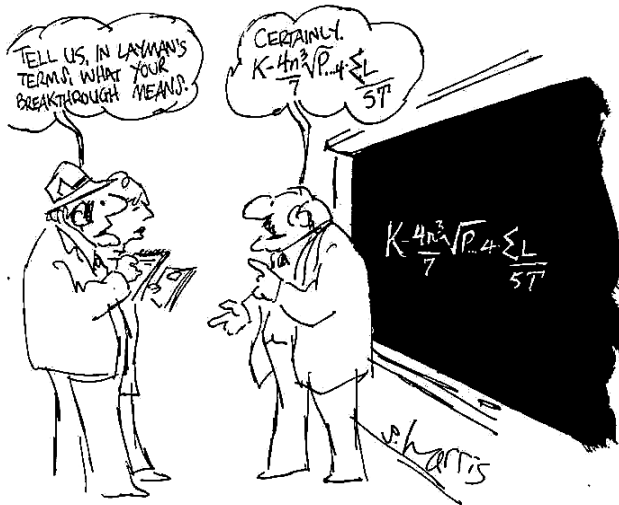
"Existen fuerzas aisladas. Por ejemplo, el peso de un cuerpo, pues no tiene una reacción". La reacción al peso de un cuerpo es una fuerza gravitacional de igual magnitud al peso que actúa sobre la tierra en dirección vertical hacia arriba. Las fuerzas siempre son interacciones entre dos cuerpos y siempre existen en pares.



"Cuando un cuerpo experimenta caída libre no siente peso y no existe su reacción". La gravedad actúa en todo momento, de tal manera que el cuerpo sí siente esta fuerza mg mientras experimenta caída libre, y en todo momento existe su reacción sobre la tierra. Esto significa que si este fuese el único cuerpo en todo el planeta que estuviese en caída libre, la tierra SUBIRIA hacia el encuentro con el cuerpo que baja!

"La fuerza normal siempre tiene la magnitud del peso del cuerpo". En general no es cierto. Por ejemplo, un bloque en un plano inclinado. O puede ser que el cuerpo esté en

una superficie horizontal y que otro cuerpo ejerza otra fuerza, por ejemplo, si alguien empuja hacia abajo un libro sobre una mesa.



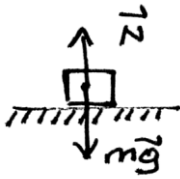
"Para resolver un problema en mecánica, lo único que necesito es aplicar las tres leyes de Newton". También necesitas una o más relaciones dadas por las condiciones de confinamiento o ligadura de los cuerpos, que no las puedes derivar de las leyes de Newton. Por ejemplo, si tienes un libro en reposo sobre una mesa, su aceleración es cero. Esta es una relación de confinamiento que no sale de las leyes de Newton, sino que es una información adicional.

"No sé cómo identificar mi sistema de partículas". Escoge el mínimo número de partículas relevantes, pero no menos. El ambiente será representado por las fuerzas que ejerce sobre las partículas relevantes. Hay libertad de escoger el sistema, aunque el problema se simplifica si solamente se incluyen las partículas relevantes.

"Un libro en reposo sobre una mesa constituye un sistema compuesto de varios cuerpos". Un sistema físico en general consiste de una o más partículas y su ambiente. Aquí no estás tomando en cuenta que el libro está compuesto de muchas partículas unidas como un cuerpo rígido a través de fuerzas internas y tomas el libro como una masa puntual. El ambiente lo constituye la mesa y el campo gravitacional producido por la tierra. No te interesan la mesa ni la tierra y te concentras en un diagrama de fuerzas sobre el libro. Si para analizar una situación necesitas hacer varios diagramas de fuerzas es porque el sistema que tomas está compuesto por varios cuerpos, y en esos casos es necesario usar la tercera ley de Newton y relaciones de ligadura entre los cuerpos.

"Para un libro en reposo sobre una mesa, escribo $N^{\rightarrow} - mg^{\rightarrow} = 0$ (con flechas sobre los vectores N^{\rightarrow} y g^{\rightarrow})". Debes escribir $N^{\rightarrow} + m g^{\rightarrow} = 0$ (con flechas sobre los vectores N^{\rightarrow} y

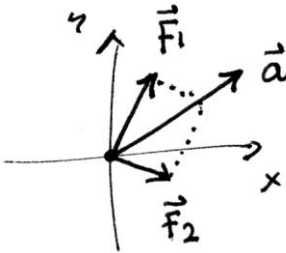
\vec{g}). La segunda ley estipula la SUMA de los vectores fuerza. No te confundas con la ecuación para las componentes (escalares) de las fuerzas que aquí se escribe $N - mg = 0$.



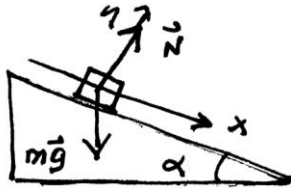
"Cuando dibujo los ejes de mi marco de referencia centrados sobre el cuerpo es porque estos ejes están siempre amarrados al cuerpo". No necesariamente. Si el cuerpo acelera, los ejes no pueden estar amarrados al cuerpo, porque entonces no sería un marco de referencia inercial. En este caso imagina que los ejes están en reposo y que en ese instante el centro del cuerpo coincide con el origen.

"En un diagrama de fuerzas para un cuerpo tengo que poner todas las fuerzas que existan". En este diagrama de fuerzas, también llamado diagrama de "cuerpo libre", se simboliza el cuerpo como un punto y solamente dibujas los vectores para todas las fuerzas que actúan SOBRE el cuerpo. No pones las fuerzas que el cuerpo hace sobre otros cuerpos.

"Hay dos fuerzas \vec{F}_1 y \vec{F}_2 actuando sobre un cuerpo. Entonces $\vec{F}_1 = m \vec{a}_1$ y $\vec{F}_2 = m \vec{a}_2$ ". Aunque existan varias fuerzas sobre un cuerpo, éste solamente puede tener una sola aceleración. La segunda ley se refiere a la fuerza NETA sobre el cuerpo. Debes escribir: $\vec{F}^{\text{neta}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = m \vec{a}$, donde las fuerzas y la aceleración son vectores.



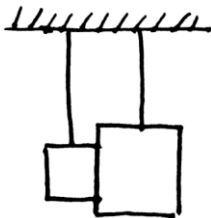
"Como la aceleración de un cuerpo debe apuntar en la dirección de la fuerza, un bloque que se desliza y acelera en un plano inclinado sin fricción debe tener tres fuerzas: el peso, la normal y una fuerza en la dirección en que se desliza". La aceleración apunta en la dirección de la fuerza NETA, que es la componente del peso paralela al plano inclinado. Al estudiar mecánica, con excepción de la gravedad, toda fuerza sobre un cuerpo aparece por CONTACTO directo con otro cuerpo que es el responsable de la fuerza. Aquí no hay nada en contacto con el bloque en la dirección que se desliza. Sobre el bloque solamente actúan dos fuerzas: el peso y la normal.



"En casos en dos dimensiones siempre coloco el eje X positivo hacia la derecha y el eje Y positivo hacia arriba". En dos dimensiones las orientaciones de los ejes X y Y son arbitrarias. A veces es conveniente que el eje X no sea horizontal. A menudo es conveniente que la dirección positiva de un eje (por ejemplo, el eje X) apunte en la dirección de la aceleración del cuerpo. Por ejemplo, para un bloque que se desliza por un plano inclinado es conveniente que el eje X apunte en la dirección que se desliza, paralelo al plano, pero inclinado respecto a la horizontal.

"Si al dibujar el vector de una fuerza lo hago en dirección opuesta a la correcta, las respuestas que halle serán incorrectas y tengo que comenzar todo de nuevo". Luego de dibujar como mejor estimes las direcciones de todas las fuerzas actuando sobre el cuerpo, lo más importante es trabajar algebraicamente, no equivocarte en los signos de las componentes de los vectores de las fuerzas y aplicar correctamente las leyes de Newton. Al final, si una respuesta contiene un signo inesperado, la solución puede ser simplemente cambiar uno o más signos de componentes de fuerzas y corregir la respuesta sin tener que comenzar todo de nuevo. Si has seguido correctamente el procedimiento, el álgebra te ayuda a corregir las direcciones para las fuerzas.

"Si un cuerpo rígido está en contacto con otro cuerpo rígido siempre tiene que existir una fuerza normal entre ellos". No necesariamente. Por ejemplo, imagina dos bloques que reposan colgados de dos cuerdas. Si los dos bloques se tocan pero las cuerdas permanecen verticales, no existe una fuerza normal entre ellos, o sea vale cero. En caso de duda, es mejor suponer que existe la normal y dejar que la solución al problema decida su valor.



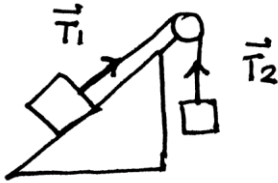
"Nunca sé sobre qué punto en el cuerpo debo dibujar cada uno de los vectores fuerza". Representa el cuerpo como un punto. Las leyes de Newton se refieren a partículas y por ahora suponemos que todos los cuerpos son masas puntuales. El punto de acción de una

fuerza solamente será importante cuando estudies torques y equilibrio de cuerpos extensos.

"La tensión en una cuerda tiene la misma magnitud en todo punto de la cuerda". No necesariamente. Solamente se aplica a cuerdas ideales (sin masa) que no sienten fricción en ausencia de poleas o que incluyen poleas ideales (sin masa ni fricción en sus ejes). En la realidad las cuerdas y las poleas tienen masa y existen fricciones, así que la tensión varía entre punto y punto.

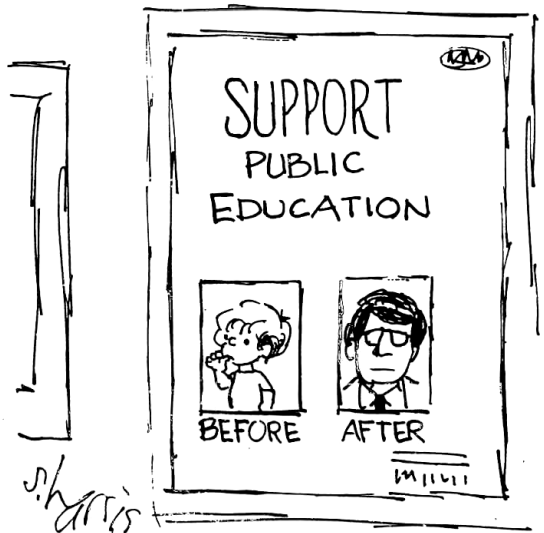
"La magnitud de una tensión en una cuerda nunca cambia con el tiempo". No siempre. Por ejemplo, la tensión en una cuerda en un péndulo, que cambia con el tiempo y es máxima en el punto más bajo de la trayectoria.

"Para una cuerda ideal tensionada entre dos cuerpos, la fuerza que hace la cuerda sobre cada cuerpo es \vec{T} vector". La magnitud de ambas vale T , pero la dirección es diferente para cada fuerza, a veces 180 grados de diferencia, a veces otros ángulos. Para evitar confusiones, es preferible que definas cada fuerza como un vector con un nombre diferente, aunque sus magnitudes sean iguales, por ejemplo, $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.



SALA 5 - FRICCIÓN, MOVIMIENTO CIRCULAR Y EFECTOS INERCIALES

v4.3

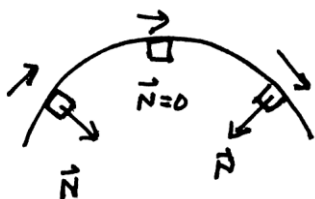


"La fricción sí depende del área de contacto. Si no, porque los autos de carrera tienen llantas anchas para un mejor agarre?". La fricción no depende del área de contacto en situaciones con fricción con cuerpos que pueden resbalar pero no rodar. El caso de la fricción de llantas que ruedan es un poco más complicado.

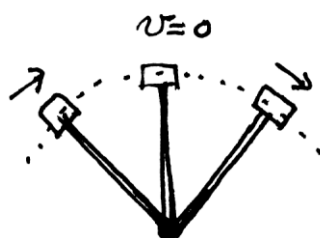
"La fricción estática siempre es igual al producto del coeficiente de fricción estático y la normal". Esta es la MAXIMA magnitud posible, pero en general puede tener cualquier valor menor, hasta cero. A propósito, esta no es una relación fundamental, sino un resultado empírico.

"Si un cuerpo se mueve hacia la derecha, la fricción cinética que siente es hacia la izquierda". Usualmente sí, porque el cuerpo que ejerce la fricción usualmente está en reposo (por ejemplo, el piso). En general, la fricción cinética está en dirección opuesta al vector velocidad del cuerpo calculada desde el marco de referencia en reposo del cuerpo que produce la fricción. La fricción estática apunta en dirección opuesta a la velocidad que el cuerpo tendría si no existiera esta fricción.

"Al deslizarse en el interior de una pista circular en un plano vertical, la mínima rapidez que debe tener un bloque para que no se despegue de la pista es cero." Antes de que la rapidez baje a cero el bloque se ha despegado de la pista. La rapidez no puede bajar tanto. La situación crítica se alcanza cuando la fuerza normal de la pista desaparece por instante en el punto más alto de la trayectoria. Esta situación es semejante al caso de una masa que gira sujeta a una cuerda, en donde la situación crítica se alcanza cuando la tensión de la cuerda desaparece por instante en el punto más alto de la trayectoria.

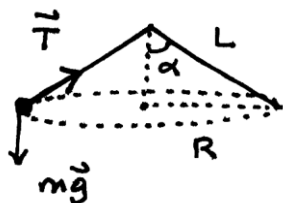


"Tengo una masa sujeta al extremo de una vara. Para que logre dar una vuelta entera al girar en un plano vertical, la tensión en la vara debe ser cero en el punto más alto de la trayectoria". No. La situación crítica se alcanza cuando la rapidez de la masa desaparece por un instante en el punto más alto de la trayectoria. La tensión en la vara siempre es mayor que cero.

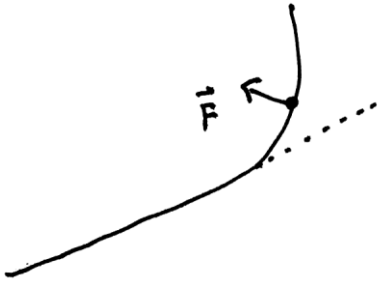


"Una piedra que gira en un plano horizontal amarrada a una cuerda está en equilibrio porque la tensión se cancela con la fuerza centrífuga". La "fuerza centrífuga" no es una fuerza real porque no se origina en la interacción entre dos cuerpos. Es un efecto de la propia inercia de la piedra. La piedra NO está en equilibrio, pues tiene una aceleración centrípeta debida a la fuerza centrípeta producida por la tensión de la cuerda. Siempre que uses correctamente las leyes de Newton, esto es, con marcos inerciales, no tienes que preocuparte por "fuerzas centrifugas" o efectos inerciales por el estilo.

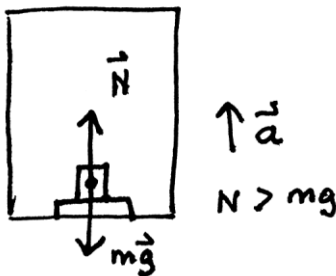
"La fuerza centrípeta sobre una piedra que gira amarrada a una cuerda siempre apunta hacia el otro extremo de la cuerda". No necesariamente. La fuerza centrípeta, cuya magnitud es mv^2/R , no es nuevo tipo de fuerza, sino simplemente la fuerza resultante que apunta hacia el CENTRO DEL CIRCULO definido por la trayectoria del objeto. Si la piedra gira en un plano vertical, la fuerza centrípeta sí apunta hacia el otro extremo de la cuerda. Pero si gira en un plano horizontal (péndulo cónico), la cuerda tiene una inclinación respecto a la horizontal, y la fuerza centrípeta no apunta hacia el otro extremo de la cuerda, sino hacia el centro de un círculo horizontal de menor radio que la longitud de la cuerda, que se encuentra por debajo del otro extremo de la cuerda. En este caso la fuerza centrípeta tiene una magnitud menor a la de la tensión de la cuerda.



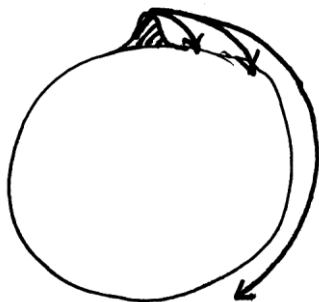
"La fuerza centrífuga es muy real. Cuando el carro en que viajo entra a una curva yo siento una fuerza que me hala hacia afuera de la curva". Lo que sientes es el efecto de tu propia inercia cumpliendo con la primera ley de Newton, o sea, tu cuerpo tratando de seguir en línea recta. El efecto es real, pero no es correcto llamarlo fuerza, porque no existe otro cuerpo al cual atribuirle una interacción. Debes agradecer que sí sientes fuerzas reales, tales como la fuerza normal de contacto que la pared interna del carro ejerce contra tu cuerpo en dirección hacia adentro de la curva. Gracias a esas fuerzas centrípetas reales, no sigues en línea recta, sino que sigues la curva.



"Como se prueba en el caso de una persona parada sobre una balanza en un ascensor acelerado, el peso de una persona no siempre tiene magnitud mg ". Lo que marca la balanza no es directamente la fuerza de gravedad sobre la persona, que siempre tiene magnitud mg y que es su peso verdadero (g es la aceleración de la gravedad medida en ese punto sobre la superficie de la tierra). Lo que una balanza marca es la magnitud de una fuerza de reacción a la fuerza normal que la balanza ejerce sobre la persona, y como en ciertas situaciones (cuando el cuerpo no está en equilibrio) esta fuerza puede ser diferente a mg , se la llama peso APARENTE.



"Los astronautas que orbitan en el trasbordador espacial están flotando porque el alcance de la gravedad de la tierra no va mucho más allá de la atmósfera y están en un ambiente de microgravedad". A alturas de unos pocos cientos de kilómetros sobre la superficie de la tierra, la gravedad que sienten (su peso) es prácticamente la misma que en la superficie de la tierra. Flotan porque ellos y su nave están en una CAIDA LIBRE en donde la velocidad tangencial es tan grande que nunca llegan a la tierra.

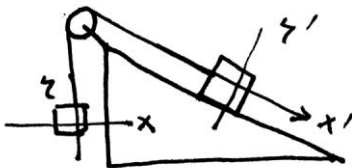


TYPE A FRESHMAN
CHANGED COURSES FOUR TIMES, GOT A JOB,
ORGANIZED A PROTEST, QUIT THE JOB, PLANS TO
TAKE SECOND SEMESTER ABROAD

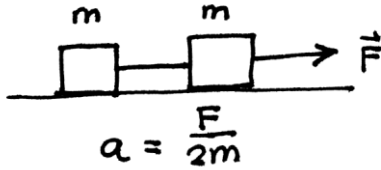


"Si hay tres o más cuerdas unidas por un nudo tengo que suponer que dos de las cuerdas tienen la misma magnitud de la tensión". No debes suponer que las tensiones son iguales. Para tener más ecuaciones, haz un diagrama de fuerzas para el nudo.

"Si en el problema hay dos cuerpos, siempre tengo que usar el mismo marco de referencia para ambos". Lo único que quieres es marcos inerciales, que no haya una aceleración relativa entre los dos marcos. Por ejemplo, un bloque que cuelga de una polea, conectado por una cuerda con otro bloque en un plano inclinado. Puedes usar un marco en reposo para el primer bloque, y otro marco inclinado en reposo para el segundo. Para distinguirlos puedes llamar al primero XY y al segundo X'Y'.



-*"Para solucionar un sistema de masas conectadas con cuerdas siempre tengo que hacer diagrama de fuerzas para cada masa"*. No necesariamente. Si las cuerdas se mantienen tensionadas, a veces es posible analizar el sistema entero como un solo cuerpo rígido en donde no se necesitan conocer las fuerzas internas (tales como las tensiones de las cuerdas).



-*"Si hay dos cuerpos conectados por una cuerda ideal tensionada, siempre puedo decir que la magnitud de la aceleración es la misma para ambos cuerpos"*. No siempre. Debes chequear esto con una ecuación de ligadura que relacione las dos aceleraciones.

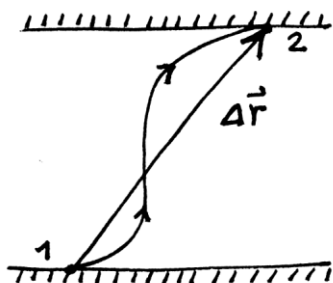
-*"Cuando hay varios cuerpos, encontrar ecuaciones de ligadura es pura adivinanza y pura suerte"*. No siempre es obvio encontrar las ecuaciones de ligadura, pero el objetivo es relacionar las aceleraciones de los cuerpos. Se parte de una ecuación que relacione las coordenadas de los cuerpos y esta ecuación se deriva dos veces respecto al tiempo.



“Trabajo es fuerza por distancia. Una persona que lleva cargado un bulto entre dos mesas hace un trabajo”. “Fuerza por distancia” es una frase vaga e imprecisa. Para una fuerza constante debes usar la definición que usa el producto escalar del vector fuerza y el vector desplazamiento: $W_F = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}$. La persona hace una fuerza vertical en un desplazamiento horizontal, así que no hace trabajo.

“La dirección de un trabajo está en la dirección del desplazamiento”. No, el trabajo es un escalar que no tiene dirección, aunque si tiene signo.

“El trabajo hecho por la gravedad sobre una mosca es igual al producto escalar de la fuerza por el desplazamiento causado por la gravedad”. El desplazamiento puede ser cualquiera, debido a varias fuerzas combinadas, aunque el trabajo se calcula para una sola fuerza. Por ejemplo, la mosca puede estar volando desde el piso hasta el techo. El trabajo es igual al producto escalar de la fuerza por el desplazamiento en el caso de fuerzas CONSTANTES durante todo el proceso, pero no para fuerzas variables, tales como las de resortes o de viscosidad o de gravitación en su forma general, en donde la definición de trabajo involucra una integral.



"El trabajo total hecho por la gravedad sobre un proyectil que alcanza una altura h es igual a $2mgh$ ". El trabajo es cero: $-mgh$ cuando sube, más $+mgh$ cuando baja.

"Si existe una fuerza y un desplazamiento, siempre existe un trabajo". No necesariamente. El trabajo es cero si la fuerza es perpendicular al desplazamiento o si la trayectoria es cerrada y la fuerza es conservativa. Incluso puede llegar a ser cero en una trayectoria no cerrada si la fuerza no es constante, por ejemplo, el trabajo que hace un resorte sobre un bloque entre $x = -A$ y $x = A$.

"El trabajo hecho por una fuerza sobre un cuerpo es igual al cambio en energía cinética del cuerpo". Solamente es cierto si la fuerza es la ÚNICA fuerza que hace el trabajo.

"Si solamente una fuerza hace trabajo, ese trabajo siempre aumenta la rapidez del cuerpo". Solamente si ese trabajo es positivo. Si el trabajo es negativo, la rapidez disminuye.

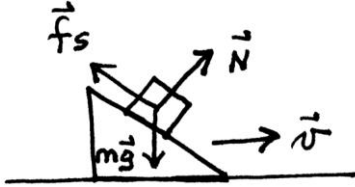
"El teorema trabajo-energía ($W_{\text{neto}} = \Delta K$) solamente se puede aplicar con fuerzas de tipo conservativo". Se aplica con todo tipo de fuerzas, conservativas o disipativas, constantes o variables.

"Si un cuerpo está en equilibrio, entonces no se están realizando trabajos ni potencias". Puede ser que el cuerpo se mueva con velocidad constante y que existan varias fuerzas que suman cero. En este caso hay desplazamientos, cada fuerza sí hace un trabajo diferente de cero, y sí hay potencias asociadas con cada fuerza. La suma de los trabajos da cero.

"Si el cuerpo permanece en reposo, no existe un trabajo neto en ese marco inercial, pero al verlo desde otro marco inercial en movimiento sí hay desplazamiento y por lo tanto allí sí hay un trabajo neto". No, porque en ninguno de los dos marcos inerciales existe una fuerza neta.

"Una fuerza normal es una fuerza de ligadura y por lo tanto nunca puede realizar un trabajo". Si el cuerpo se desliza por una superficie fija, y si usas un marco de referencia fijo con la superficie, la fuerza normal siempre es perpendicular al desplazamiento y

nunca hace trabajo. La situación es análoga a la de la tensión de una cuerda en un péndulo, y en general para fuerzas de ligadura. Pero si el cuerpo no se desliza, la fuerza normal sí puede hacer un trabajo. Por ejemplo, considera el caso de un bloque fijo respecto a una cuña gracias a la fricción estática, en donde la cuña no está fija y se desliza sobre el piso. Además, en general, si no usas un marco de referencia fijo con la superficie, la normal sí puede resultar con un trabajo diferente de cero.



“ $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$ da la potencia para una fuerza sobre un cuerpo con cierta velocidad, siempre y cuando la fuerza sea constante”. Esta expresión es válida para la potencia instantánea asociada con cualquier tipo de fuerza, constante o variable, en el instante en que la velocidad del cuerpo tiene el valor \vec{v} , sin importar si hay otras fuerzas presentes.



" 'C' IN ASTROPHYSICS, 'B MINUS' IN CALCULUS...
WHAT KIND OF GENIUS ARE YOU? "

"De ahora en adelante voy dejar de usar las leyes de Newton y siempre voy a usar conservación de energía, que es más fácil". Para poder usar conservación de energía mecánica, debes asegurarte primero que durante el proceso los únicos trabajos que existan sean hechos por fuerzas conservativas internas al sistema. El método de energía no usa vectores, de tal manera que solamente puede proveer respuestas para las magnitudes, pero no para las direcciones de vectores, por ejemplo, rapidez, pero no velocidad. Energía tampoco involucra tiempos, de tal manera que tampoco puede dar respuestas que requieran tiempos. Energía tampoco involucra vectores fuerzas y tampoco pueda dar fuerzas.

"Puesto que la fuerza de fricción cinética es constante, debiera ser una fuerza conservativa". Si la magnitud de la normal es constante y el desplazamiento es en línea recta, la fricción es constante en dirección y magnitud para este proceso. Si la magnitud de la normal es constante la fricción tiene magnitud constante, pero en general su dirección cambia con la trayectoria y por esto su trabajo no es independiente del camino. La fricción cinética NO es una fuerza conservativa, sino una fuerza que siempre disipa energía mecánica.

“La única fuerza disipativa que estudiamos es la fricción cinética, así que siempre que en el problema no haya fricción cinética, tengo conservación de energía mecánica”. No necesariamente. Puede ser que haya una fuerza tal como una tensión producida por un agente externo al sistema que aumente o disminuya la energía mecánica del sistema. También puede ser que haya colisiones que produzcan deformaciones permanentes que disminuyan la energía mecánica, o que exista la liberación de energía química que aumente la energía mecánica, etc.

“Una tensión constante producida por una cuerda sobre un bloque que se desliza en línea recta sobre una mesa es una fuerza conservativa”. No es una fuerza conservativa porque el trabajo entre dos puntos cualesquiera en la mesa no es independiente del camino. No existe una energía potencial asociada a esta fuerza. Si una persona hala la cuerda tensionada, esta persona es un agente externo que está cambiando la energía mecánica del sistema. Si la tensión es una fuerza interna del sistema, no cambia la energía mecánica total del sistema. Aunque en ciertos casos una fuerza no cambia la energía mecánica de un sistema, esto no significa que esta fuerza sea de tipo conservativo en general.

“La energía potencial gravitacional de una masa cerca de la superficie de la tierra es mgh ”. La energía potencial gravitacional del sistema masa + tierra relativa al origen $y=0$ es mgy , de tal manera que puede ser negativa. h es una distancia y siempre es positiva. No existe energía potencial de un solo cuerpo, sino de un sistema compuesto por al menos dos cuerpos que sienten la fuerza con cual se relaciona la energía potencial. Todas las fuerzas conservativas tienen asociadas energías potenciales que son funciones de la posición relativa entre los cuerpos que interactúan a través de la fuerza.

“Para calcular la energía potencial gravitacional cuando tengo dos cuerpos puedo usar un nivel de referencia diferente para cada cuerpo”. No. Una vez escoges el nivel de referencia, debes conservarlo todo el tiempo y aplicarlo igual para todos los cuerpos.

“Mientras que las energías potenciales son relativas a puntos de referencia, la energía cinética es un tipo de energía absoluta”. No, porque no conocemos marcos inerciales de referencia en reposo absoluto.

“La energía mecánica nunca puede conservarse porque la energía cinética cambia si se cambia el marco de referencia a otro en movimiento”. La energía mecánica de un sistema siempre se conserva en un proceso que es estudiado desde un marco inercial de referencia UNICO y cuando solamente hacen trabajo fuerzas conservativas internas al sistema. No puedes cambiar de marco en medio del proceso.

“La energía mecánica de un bloque y un resorte estirado es igual a la suma de su energía potencial elástica, la energía cinética del bloque, y el trabajo que estiró el resorte”. El trabajo tiene unidades de energía, pero no es un tipo de energía y no se puede decir que un sistema “tenga un trabajo”. El trabajo solamente existe durante un PROCESO que lleva al sistema entre dos estados de energía. Si el trabajo fue hecho por

fuerzas conservativas, la energía mecánica no cambia, pero sí cambian las proporciones de cinética y potencial.

“Tengo dos bloques en movimiento conectados por una cuerda tensionada: un bloque sobre un plano inclinado sin fricción y el otro bloque colgando de una polea. Es claro que la tensión de la cuerda está haciendo un trabajo. En esta situación no se puede decir que haya conservación de la energía mecánica”. El trabajo de la tensión sobre un bloque es igual pero de signo opuesto al hecho sobre el otro bloque. Si se analiza el sistema compuesto por los dos bloques, esa tensión es una fuerza interna del sistema que no se considera. La situación es análoga a no considerar las fuerzas internas en cada bloque, las que existen entre sus moléculas. En esta situación hay conservación de la energía mecánica.

“Las fuerzas disipativas siempre hacen trabajos negativos y las fuerzas conservativas siempre hacen trabajos positivos”. Se puede decir que las fuerzas disipativas siempre disminuyen la energía mecánica mientras que las fuerzas conservativas nunca pueden cambiar la energía mecánica total. El signo del trabajo que la fuerza hace depende de cada situación y del marco de referencia usado. En un proceso, el trabajo total hecho por la suma de las fuerzas disipativas siempre es negativo.

“Una fuerza variable no puede ser conservativa”. No necesariamente. Ejemplos: la fuerza de un resorte y la fuerza gravitacional de tipo general son variables y son conservativas. En una dimensión, las fuerzas son conservativas si son fuerzas constantes (como la gravedad cerca de la superficie) o dependen linealmente de la posición (como un resorte que cumple la ley de Hooke). En el espacio, las fuerzas centrales (como la gravedad o la eléctrica) son conservativas. (En general, una fuerza es conservativa si su “rotor” es cero en todo punto: $\nabla \times \vec{F} = 0$). Para cada fuerza conservativa se asocia una energía potencial.

“Igual que para la gravedad, tenemos una energía potencial elástica para resortes, así que los resortes nunca disipan la energía mecánica”. Es correcto para resortes ideales, o sea, a los cuales se les desprecia su masa y su estructura interna, y que cumplen la ley de Hooke. En la vida real, todos los resortes disipan alguna energía mecánica. En el fondo, energías potenciales fundamentales están asociadas con fuerzas fundamentales, tal como es el caso de la gravedad.

“Si todas las fuerzas fundamentales son conservativas no pueden existir fuerzas disipativas”. Existen fuerzas disipativas de la energía mecánica de un sistema. La energía mecánica no desaparece, sino que se transforman en otros tipos de energía. La energía total siempre se conserva.

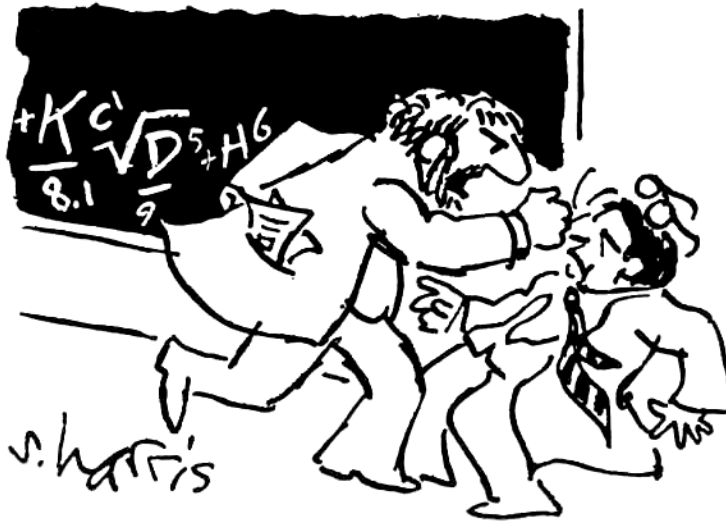
“Una llanta de carro se calienta cuando gira sin resbalar aunque no tenga fricción en el eje. Esto demuestra que la fricción estática con el piso sí disipa energía mecánica”. Si no hay desplazamiento no hay trabajo, y en este caso no hay un desplazamiento RELATIVO a las superficies en contacto, así que la fricción estática no disipa la energía mecánica. Lo

que sucede es que la llanta es elástica y esto explica la disipación de energía mecánica y el calentamiento.

“Un carro sube cuesta arriba y gana energía potencial gravitacional. La fuerza normal no hace trabajo, la fricción estática no hace trabajo. La gravedad hace un trabajo negativo. El carro viola las leyes de energía y trabajo!” La energía que gana el carro viene de la transformación de energía interna no mecánica en energía mecánica. La energía interna es la energía química que se libera por la combustión de la gasolina.

“Debido a la fricción cinética la energía mecánica se transforma en energía de calor”. Calor es análogo a trabajo, que únicamente existe durante un proceso. Es mejor decir que la energía mecánica se transforma en energía térmica, una forma de energía interna.

“Puesto que la energía térmica se origina en el movimiento de partículas, debe tomarse como parte de la energía mecánica del sistema”. La energía térmica es un movimiento aleatorio y desordenado de partículas microscópicas. Las únicas energías mecánicas son las energías cinéticas y las energías potenciales medidas a cuerpos macroscópicos y visibles. Los otros tipos de energía no se toman como energía mecánica, e incluyen energías “internas” o “invisibles” tales como térmica, química, nuclear, de ondas, de radiación, etc.



"You want proof? I'll give you proof!"

"El centro de masa de un cuerpo siempre se encuentra en el interior del cuerpo". Puede estar por fuera del cuerpo, como el caso de un boomerang, o en el vacío, como el caso de una esfera hueca.



"El centro de masa de un cuerpo siempre coincide con su centro de gravedad". Es correcto cerca de la superficie de la tierra y en general dentro de un campo gravitacional uniforme. No coinciden si el campo gravitacional NO es uniforme.

"Si el momento lineal total de un sistema es cero es porque todos los cuerpos están en reposo". En general no, porque la suma de los vectores momento de los cuerpos puede dar cero, aunque existan velocidades. Este hecho es la base del sistema de propulsión de los cohetes.

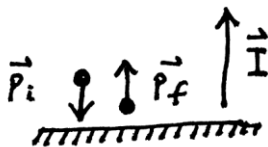
"Puesto que un cohete con sus motores prendidos está perdiendo masa todo el tiempo, el momento lineal del cohete no puede conservarse". Lo que se conserva en cada instante es el momento lineal del sistema compuesto por el cohete MAS los gases expulsados a altas velocidades.

“Para que haya una colisión debe haber una fuerza normal o de contacto entre los dos cuerpos”. No necesariamente. Por ejemplo, cuando un cometa pasa cerca al sol hay una colisión gravitacional, o cuando un protón es repelido al pasar cerca de un núcleo atómico hay una colisión eléctrica. En estos casos las fuerzas de las colisiones actúan a distancia, sin necesidad de que los cuerpos se toquen.



“El momento no se conserva en una colisión que involucra fuerzas disipativas, por ejemplo, si hay rozamiento entre dos bolas que chocan”. El momento se conserva en TODO tipo de colisiones, sin importar el tipo de fuerzas que estén involucradas, porque suponemos que las fuerzas externas son despreciables en comparación con las fuerzas de la colisión (que actúan durante un tiempo corto).

“Cuando dejas caer una pelota elástica sobre el piso, ésta rebota con la misma velocidad, así que no hay cambio de momento y no hay impulso”. Aunque la rapidez sea igual, la velocidad cambia de dirección, así que sí hay un cambio de momento y sí hay un impulso. El vector impulso $\vec{I} = \Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$ apunta verticalmente hacia arriba.

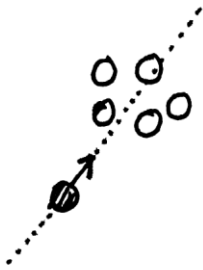


“El momento no se conserva en todas las colisiones. Si la pelota rebota del piso con un momento diferente al inicial, aquí no se conserva el momento”. Lo que pasa es que estamos en una situación artificial en donde ignoramos el efecto sobre el piso. Suponemos que el piso no se mueve porque tiene una masa infinita. En realidad no es así. La situación es análoga a ignorar el efecto sobre la tierra cuando la pelota está en caída libre.

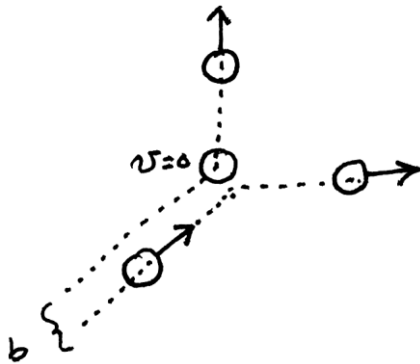
“En una colisión la magnitud del cambio de momento de un cuerpo es igual a la del otro cuerpo, y lo mismo es cierto para los cambios en sus energías cinéticas”. Aunque es cierto para los cambios en momento, NO es cierto para los cambios en energía cinética, a menos sea una colisión elástica entre masas iguales.

“Al chocar una bola de billar contra un grupo de bolas en reposo, las fuerzas de las colisiones son muy grandes y causan aceleraciones con efectos muy complicados e imposibles de calcular”. Sin importar cuántas bolas haya ni qué tan grandes sean las fuerzas de las colisiones, estas son fuerzas internas al sistema de las bolas, de tal manera

que la velocidad del centro de masa del sistema no cambia, y en este caso sigue la recta definida por la dirección inicial de la bola.



"Las direcciones que toman dos bolas de billar luego de una colisión son impredecibles y totalmente aleatorias". Las bolas reales tienen un diámetro y las direcciones dependen simplemente del parámetro de impacto (b). Si las bolas son idénticas y tienen colisiones elásticas, el ángulo entre las direcciones es siempre 90 grados. Los jugadores de billar conocen estos hechos y los usan para su beneficio. En un juego real de billar además las bolas tienen fricción con la mesa, viscosidad con el aire, resbalan, ruedan y se pueden torcer de maneras más complicadas. En general, para conocer todos los detalles en una colisión, es necesario conocer la ley para la fuerza involucrada (por ejemplo, la ley universal de gravitación para una colisión gravitacional).

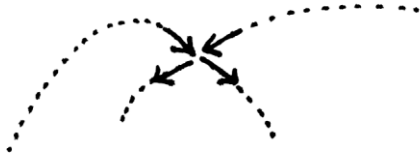


"En cualquier colisión se conservan el momento lineal total y la energía cinética total del sistema". Se conserva el momento lineal, pero solamente en colisiones elásticas también se conserva la energía cinética total (no hay cambio en la energía interna). Colisiones elásticas o inelásticas son clasificaciones empíricas.

"Una colisión entre dos bolas de barro que quedan pegadas es una colisión perfectamente inelástica en donde toda la energía cinética se convierte en energía interna". En una colisión perfectamente inelástica no siempre tiene que desaparecer la energía cinética (a menos que se observe desde el marco del centro de masa de las dos bolas), sino que se pierde el valor máximo posible de la energía cinética.

"El momento lineal antes de una colisión es siempre igual al momento lineal después de la colisión". La igualdad es válida únicamente entre un INSTANTE antes y un

INSTANTE después de la colisión, de tal manera que si hay fuerzas externas, el momento lineal sí va a cambiar poco tiempo después de la colisión. Por ejemplo, considera la colisión de dos bolas que chocan en el aire.



“Puesto que los resortes son elásticos, todas las colisiones que involucran resortes conservan la energía cinética”. Es cierto siempre y cuando los resortes son ideales y actúan libremente. La situación es diferente si por ejemplo se comprime un resorte entre dos bloques, estos se amarran entre sí y luego se sueltan; o si dos cuerpos quedan enganchados luego de una colisión con resortes; o si choca una bola con un par de bolas amarradas con un resorte. En estos casos tenemos colisiones inelásticas.

“Como una pelota de caucho es elástica, sus colisiones siempre son elásticas”. Las colisiones de una pelota de caucho no son perfectamente elásticas, sino parcialmente inelásticas, porque parte de la energía se transforma en energía no mecánica. Una prueba experimental es dejar caer la pelota sobre un suelo firme (por ejemplo de baldosin) y observar que nunca regresa exactamente a la misma altura inicial. Las colisiones entre bolas de billar o entre bolas de vidrio se aproximan mucho a colisiones elásticas.

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 .

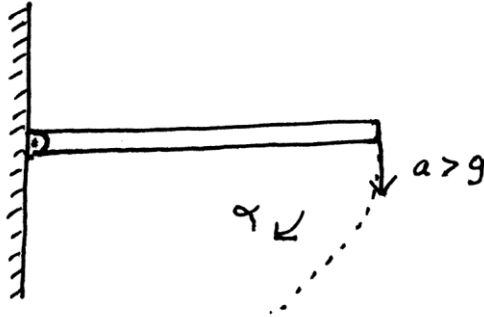
"No es correcto hablar de velocidad angular pues se debe hablar del escalar rapidez angular". La velocidad angular es un vector $\vec{\omega}$, al igual que la aceleración angular $\vec{\alpha}$. Para rotación de un cuerpo rígido alrededor de un eje fijo tenemos una situación análoga a la de translación 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 ($\tau_{\text{neto}} = I \alpha$).

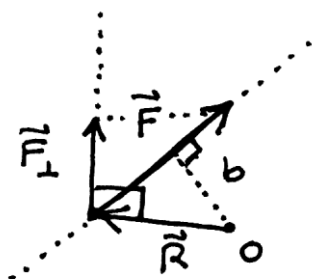
“Si la fuerza neta sobre un cuerpo es cero, el torque neto sobre el cuerpo tiene que ser cero.” No necesariamente. Considera una rueda bajo dos fuerzas iguales y OPUESTAS que actúan tangenciales sobre dos puntos opuestos de su circunferencia. Aquí la fuerza total es cero pero el torque total respecto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

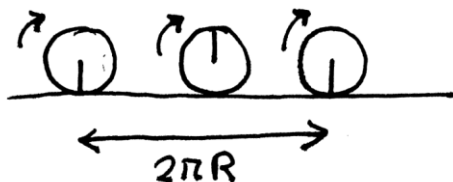


“La magnitud de un torque es igual producto de la fuerza por el brazo, así que toda la fuerza, y no únicamente su componente perpendicular, contribuye al torque”. Hay dos maneras independientes de calcular la magnitud de un torque: 1) bF , donde b (brazo) es la distancia entre la línea definida por el vector fuerza y el punto respecto al cual se calcula el torque; 2) RF_{\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.

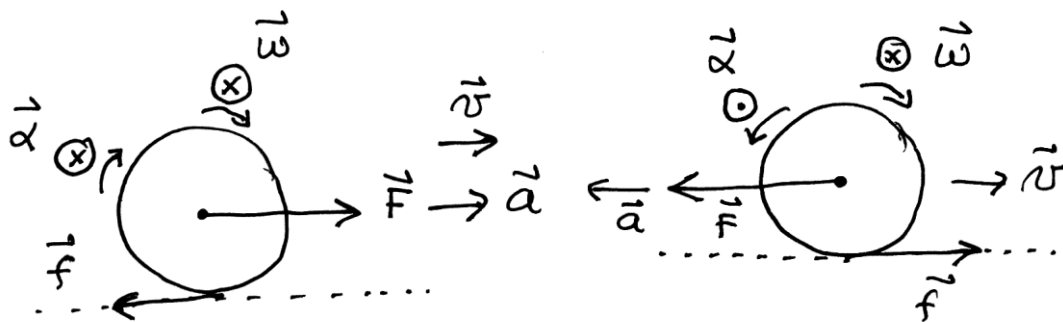


“La velocidad de translación de un cuerpo que rueda es independiente de su velocidad angular de rotación”. Si el cuerpo rueda sin resbalar, su rapidez de translación (de su centro de masa) es igual al producto de su radio por la magnitud de su velocidad angular ($v = R\omega$). La situación es análoga 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?

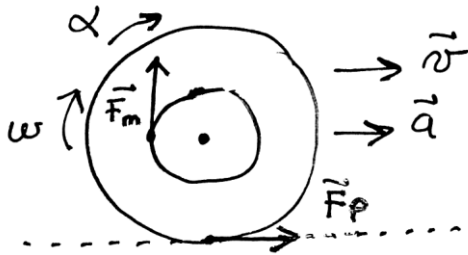
“Si suelto del reposo dos esferas de igual radio pero diferentes masas y las dejo rodar sin resbalar por un plano inclinado, llega primero al suelo la esfera de mayor masa”. No, ambas llegan al mismo tiempo. De hecho, dos cuerpos del mismo tipo (dos esferas o dos discos, etc), siempre llegan al suelo 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.

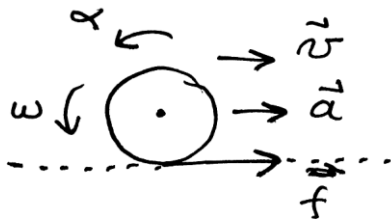


“Un carro acelera hacia adelante porque su motor ejerce una fuerza hacia adelante”. El motor es parte del cuerpo y no lo puede acelerar porque no puede ejercer una fuerza externa. La fuerza en la dirección de la aceleración es debida a la fuerza externa ejercida por el piso sobre las llantas (F_p), y 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

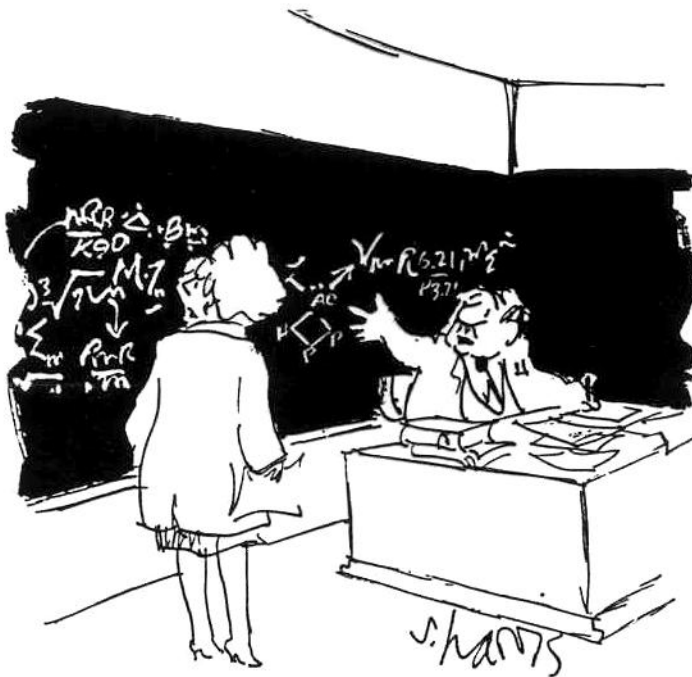
de la rueda produce una fuerza (F_m) sobre la llanta que a su vez produce un torque en sentido opuesto al torque producido por la fuerza del piso. Si el carro frena, la fuerza del piso es hacia atrás.



“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.

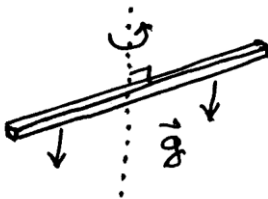


“La fuerza de fricción sobre un cuerpo que rueda sin resbalar es siempre igual al producto del coeficiente estático de fricción y la fuerza normal”. La situación es análoga a la fricción estática entre un bloque y una superficie pues la magnitud de la fuerza de fricción puede tener un valor entre cero 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).



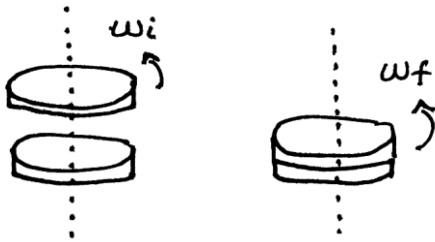
"It didn't work? Did you stir it?"

"Tengo una vara uniforme que gira en un plano horizontal alrededor de un eje vertical que pasa por su centro. Como la fuerza vertical que ejerce el eje pasa por el eje, no produce torque, pero la gravedad sí produce torques externos. Por ejemplo, un trozo de un extremo siente un peso y tiene un brazo. Entonces no hay conservación del momento angular". Si el eje pasa por el centro de masa de la vara, la gravedad NO produce un torque neto. El torque que siente un trozo en un extremo es igual pero de signo opuesto al que siente un trozo en el extremo opuesto. La fuerza neta que produce la gravedad sobre un cuerpo siempre actúa sobre su centro de masa de tal forma que si este centro de masa está sobre el eje, el torque es cero. El momento angular SI se conserva.



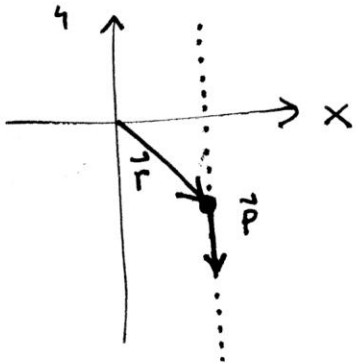
"Tengo dos discos idénticos uniformes. El inferior está en reposo y el superior gira con ω_i alrededor de un eje común. Entonces el superior toca y queda instantáneamente pegado al inferior, de tal manera que ahora el par gira con ω_f . Hay conservación del momento angular. Puesto que cuando se tocan no resbalan, no hay fricción cinética, y

entonces hay conservación de la energía mecánica.” Aunque hay conservación de momento angular, la energía mecánica disminuye. La situación es equivalente a una colisión perfectamente inelástica.



“Cuando un gimnasta gira y luego acerca sus brazos a su cuerpo hay conservación del momento angular y hay conservación de la energía mecánica”. Aunque hay conservación del momento angular, la energía mecánica aumenta, y el aumento proviene de energía química producida por los músculos de sus brazos.

“Si un cuerpo tiene momento angular es porque está rotando alrededor de un eje”. Tiene momento angular si el producto vectorial de su vector posición por su momento lineal ($\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$) respecto al origen de un marco inercial es diferente de cero. Por ejemplo, un cuerpo moviéndose en línea RECTA puede tener un momento angular.

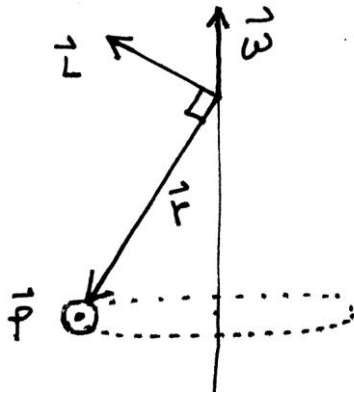


“Puesto que la magnitud del momento angular es igual a $r p \sin\theta$, entonces $\vec{r} \times \vec{p} = \vec{p} \times \vec{r}$ “. No, a diferencia del producto escalar de vectores, en el producto vectorial de vectores el orden es importante. Al invertir el orden se invierte el sentido del vector resultante: $\vec{r} \times \vec{p} = - \vec{p} \times \vec{r}$.

“Cuando \vec{r} y \vec{p} yacen en el plano XY puedo usar un determinante de dimensión 2×2 para calcular el producto vectorial”. No, siempre tienes que usar el determinante completo, de dimensión 3×3 .

“El momento angular de un cuerpo siempre es igual a la inercia rotacional multiplicada por la velocidad angular ($\vec{L} = I \vec{\omega}$)”. Correcto para cuerpos rígidos que giran alrededor de uno de sus “ejes principales” (tales como los ejes de simetría de un disco), pero no es correcto en general. Los casos más generales requieren tratamientos más

sofisticados y los vectores momento angular y velocidad angular no tienen que ser paralelos. Por ejemplo, considera el momento angular de una masa puntual respecto del extremo fijo de la cuerda del péndulo cónico. Tampoco es general la definición de energía cinética rotacional como un medio del producto de la inercia rotacional y el cuadrado de la velocidad angular ($K = \frac{1}{2} I \omega^2$).



"El torque y el momento angular se calculan respecto al eje de rotación que pasa por el centro de masa". Los calculas respecto a un mismo PUNTO cualquiera en un marco inercial, usualmente su origen. En general, NO tiene que existir un eje de rotación. El cuerpo NO tiene que estar rotando alrededor de un eje. Si hay un eje de rotación, este NO tiene que pasar por el centro de masa. Si el punto es un punto fijo al centro de masa del cuerpo, es un caso especial en donde el marco no tiene que ser inercial, o sea, el centro de masa puede acelerar.

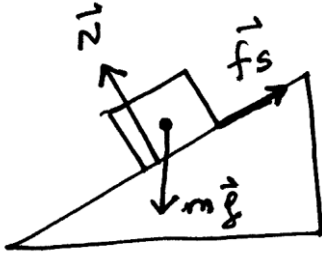
"Si es conveniente, puedo calcular el torque respecto a un punto diferente al del momento angular". La ecuación de movimiento iguala el vector torque neto a la derivada respecto al tiempo del vector momento angular ($\vec{\tau}_{\text{neto}} = d\vec{L}/dt$), ambos calculados respecto al MISMO punto en un mismo marco de referencia.

"Si se calcula un torque neto igual a cero es porque hay conservación de momento angular respecto a cualquier punto". Hay conservación de momento angular respecto al mismo punto que se usó para calcular el torque, pero no necesariamente respecto a otros puntos, pues tanto el torque como el momento angular cambian cuando se cambia el punto respecto al cual se calculan. Nota que esto no es así para el cálculo de fuerzas.

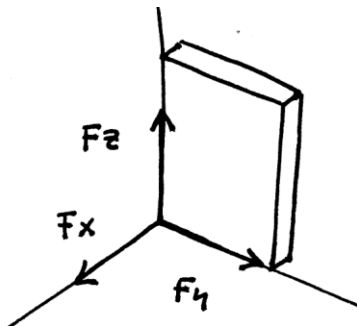
"La ecuación de movimiento para rotaciones es una ley física nueva". No, se deduce a partir de la segunda ley de Newton.

"La fuerza normal sobre un cuerpo siempre actúa a lo largo de una línea que pasa por su centro". Para situaciones en donde tomamos los cuerpos como masas puntuales, no importa el punto donde actúa una fuerza. Si se considera la extensión real de los cuerpos (por ejemplo, para calcular torques) es importante determinar este punto, y en general, una fuerza normal sobre un cuerpo NO actúa sobre su centro geométrico o su centro de masa.

“Para que un cuerpo esté en equilibrio estático, la fuerza normal tiene que pasar por el centro de masa del cuerpo”. No necesariamente. Por ejemplo, un bloque en reposo sobre un plano inclinado tiene una fuerza normal que NO pasa por el centro de masa.



“La fuerza que ejerce una bisagra sobre una puerta siempre está en el plano de la puerta”. No es obvia la dirección de esta fuerza, pues depende de la situación particular. En el caso más general debes suponer que la fuerza tiene dos componentes perpendiculares al eje de la bisagra y una componente en el eje. La solución correcta del problema dará los valores correctos de las componentes.



“La conservación del momento lineal se deriva de las leyes de Newton, y también lo es la conservación del momento angular”. Para la conservación del momento angular también se necesita el hecho que las fuerzas fundamentales son centrales. Hoy sabemos que los principios de conservación de energía, momento lineal y momento angular tienen validez universal, más allá del reino de Newton, y por esto son más fundamentales que las leyes de Newton. Hoy también sabemos que los campos (como el gravitacional y el electromagnético) también poseen momento lineal y angular.



“Si se aproxima la tierra a una esfera perfecta y homogénea, el peso que indique una balanza para una persona es exactamente el mismo en todo lugar a nivel del mar”.

Aunque la tierra fuera una esfera perfecta y homogénea, el peso que reportaría una balanza a nivel del mar cambiaría debido a la rotación de la tierra alrededor de su eje. El peso sería el verdadero (mg) al medirse en los polos, pero el peso aparente sería menor al verdadero al alejarse de los polos, y sería el menor de todos en puntos sobre el ecuador. Las variaciones son muy pequeñas y son despreciables en la práctica.

“La fuerza que siente un cuerpo en el interior de la tierra crece al aumentar la profundidad y esto se debe a que la fuerza gravitacional aumenta al reducir la distancia al centro de la tierra”. La fuerza gravitacional que siente un cuerpo en el interior de la tierra DISMINUYE pues solamente depende de la masa que exista en una esfera con un radio inferior a la distancia entre el cuerpo y el centro de la tierra. Si siente una fuerza que aumenta, no es gravitacional, sino que es debida a fuerzas de contacto: la creciente presión ejercida por la materia a su alrededor.

“La energía mecánica (cinética más potencial) de dos cuerpos astronómicos bajo su atracción gravitacional solamente puede ser cero si están infinitamente alejados y en reposo”. Si los cuerpos se mueven, su energía cinética es positiva, pero la potencial gravitacional (respecto al infinito) es negativa y por lo tanto la energía mecánica puede ser cero aunque los cuerpos se muevan a cortas distancias. Nota que esto significa que aunque la energía mecánica es cero, el momento lineal total el sistema no tiene que ser cero.

“Cuando un satélite artificial está en una órbita a baja altura experimenta fuerzas de viscosidad debidas a las capas superiores de la atmósfera que hacen que su rapidez disminuya”. Paradójicamente, la rapidez del satélite no disminuye, sino de aumenta! Lo que sucede es que la viscosidad reduce su energía mecánica (se hace más negativa aunque su magnitud aumenta) y la fuerza de gravedad lo obliga a reducir su altura, en donde debe alcanzar una mayor rapidez para mantenerse orbitando. A esta menor altura experimenta mayor viscosidad y la consecuencia es que se mueve en una espiral que eventualmente lo lleva a destruirse en la atmósfera.

“Para que un cuerpo escape de un planeta es necesario que parta de su superficie en dirección radial con la velocidad de escape de ese planeta”. No necesariamente. Lo importante es que se alcance una situación en que la energía mecánica total del sistema planeta + cuerpo sea igual o mayor a cero. Por ejemplo, un cohete puede despegar a baja velocidad, acelerar lentamente, torcer y entrar en órbita, y luego, con un poco más de velocidad tangencial (aproximadamente un aumento del 40%), escapar del planeta. Aunque esta velocidad de escape es independiente de la masa del cuerpo, la energía necesaria para alcanzarla sí aumenta con la masa del cuerpo.

“Cuando la nave de la misión Apolo 13 sufrió una grave explosión mientras se dirigía hacia la luna, estaba aún cerca de la tierra y lo lógico es que usaran sus cohetes para dar vuelta y regresar lo más pronto posible. En lugar de esto sus tripulantes estuvieron a punto de morir por falta de aire pues siguieron hacia la luna, le dieron una vuelta y en total se tomaron cinco días para llegar a la tierra. Parece que estos astronautas no sabían física!” Las naves espaciales solamente pueden llevar una cantidad muy limitada de combustible. Una vez que la nave de la misión Apolo 13 había entrado en la trayectoria deseada entre la tierra y la luna, apagó sus motores y aprovechó su inercia y la acción de la gravedad para flotar hacia su destino. Luego del accidente, su limitado combustible hacía imposible que dieran “media vuelta” y regresaran. Debido a que sí sabían física y que la aprovecharon muy bien, lograron salvarse de una situación desesperada.

“Si el sol desapareciera de súbito, en ese instante la tierra se oscurecería y saldría de su órbita en una línea tangencial”. Saldría en una línea tangencial y se oscurecería, pero no ese instante, sino aproximadamente ocho minutos después, debido a que la luz y los efectos de la gravedad viajan por el espacio vacío a una velocidad muy grande, pero finita: 300 000 km/s.