

Práctico 4: Fuerza y Leyes de Newton

RECOMENDAMOS plantear el diagrama del cuerpo libre de los cuerpos que conforman el sistema (aún de aquellos que tienen masa despreciable) para identificar cuáles son las fuerzas de acción-reacción entre los diferentes objetos. Recuerda que la tensión y la normal no están determinadas a priori. Adquieren valores que dependen de las fuerzas externas que se aplican sobre el sistema. En otras palabras, son fuerzas que debes determinar de las leyes de Newton, aunque la letra no lo indique explícitamente.

R: Ejercicio 1 (LB Cap. 4 Ej. 22) Suma de Fuerzas. Uso de g y F_0 como unidades de aceleración y fuerza.

Sobre un objeto se ejercen las siguientes fuerzas y ninguna otra: $\vec{F}_1 = \frac{F_0(\hat{i} - \hat{j})}{\sqrt{2}}$ y

$$\vec{F}_2 = \frac{3F_0(\hat{i} + 2\hat{j})}{\sqrt{2}}$$

(a) ¿Cuál es la aceleración del objeto si su masa es: $m = \frac{F_0}{6g}$? (b) ¿Qué tercera fuerza \vec{F}_3 se necesita para que la aceleración sea nula?

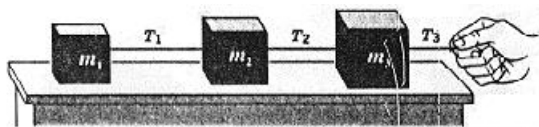
R. Ejercicio 2 (1er Parcial 1997) ¡No lo intentes en casa!



Un camión transporta un pequeño bloque de hielo seco en la caja trasera. Inicialmente, el camión está en reposo y acelera. Si observamos que el bloque permanece quieto con respecto al camión, ¿en qué parte de la caja se ubica el bloque: adelante o atrás? ¿Quién ejerce la fuerza que acelera el bloque? Al cabo de unos segundos, el camión y el bloque viajan a velocidad constante de módulo $|v_0| = 5$ m/s.

¿Qué fuerzas actúan sobre el bloque? Luego, el camión comienza a frenar a razón de $0,5$ m/s². ¿Qué velocidad tendrá el camión al cabo de 2 segundos, según un peatón inmóvil en la acera? ¿Qué velocidad tendrá el bloque, al cabo de 2 segundos, según el camionero? **Nota:** El bloque puede moverse libremente sobre la caja del camión.

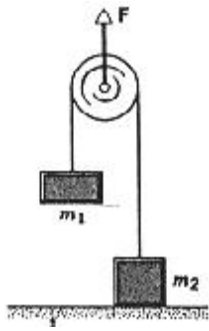
E: Ejercicio 3 (1er Parcial 1997) Trabajo con m_1 como unidad de masa y T_3 como parámetro conocido.



Tres bloques están unidos como muestra la figura sobre una mesa horizontal carente de fricción y son tirados hacia la derecha con una fuerza externa \vec{T}_3 . Si $m_2 = \alpha m_1$ y $m_3 = \beta m_1$, siendo α y β coeficientes adimensionados conocidos, calcula: (a) la aceleración del sistema y (b) las tensiones \vec{T}_1 y \vec{T}_2 .

Discusión: La máxima tensión que soporta una cuerda se llama tensión de ruptura. Si la tensión sobre la cuerda es mayor que la tensión de ruptura, la cuerda se rompe. ¿Cuál de las cuerdas está más comprometida?

Observación: Existe una analogía entre estos cuerpos que están siendo tirados por una fuerza externa y una locomotora que tira de tres vagones acoplados en tándem.



E: Ejercicio 4 (RHK Cap. 5 Ej. 63) Una polea sin masa puede tener aceleración.

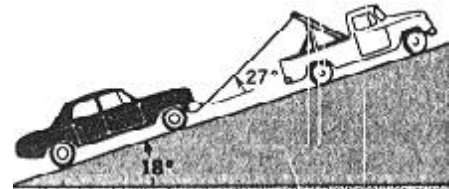
Alguien ejerce una fuerza \vec{F} directamente hacia arriba sobre el eje de la polea que se muestra en la figura. Considera que la polea y el cable carecen de masa y que el eje de la polea carece de fricción. Dos objetos, m_1 de 1.2 kg de masa y m_2 de 1.9 kg de masa, están unidos como se muestra a los extremos opuestos del cable, el cual pasa sobre la polea. El objeto m_2 está en contacto con el piso.

Observa que, si la fuerza \vec{F} es relativamente pequeña, no logrará levantar el objeto de masa m_2 , pero sí logrará levantar la masa m_1 . **(a)** ¿Cuál es el valor más grande que la fuerza \vec{F} puede tener de modo que m_2 permanezca en reposo sobre el piso? **(b)** ¿Cuál será la tensión en el cable cuando la fuerza \vec{F} hacia arriba sea de 110 N? **(c)** Con la tensión determinada en la parte (b), ¿Cuál es la aceleración de m_1 ?

Recomendación: en los siguientes dos problemas, se deben aplicar los conocimientos de Dinámica y de Cinemática combinados. La fuerza neta provoca aceleración, la aceleración provoca cambios en la velocidad y la velocidad provoca cambios en la posición. Desprecia todas las fuerzas resistivas sobre los objetos.

E: Ejercicio 5 (RHK Cap. 5 Ej. 42) Un arrastre seguro.

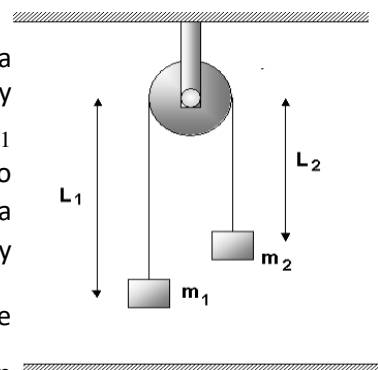
Un automóvil de 1200 kg debe ser arrastrado por un plano inclinado a 18° por medio de un cable atado a la parte trasera de un camión grúa. El cable forma un ángulo de 27° con el plano inclinado y puede soportar una tensión máxima de 4.6 kN (resistencia a la ruptura). Sin que se rompa el cable, ¿cuál es la mayor distancia que el automóvil puede recorrer en los primeros 7.5s después de arrancar desde el reposo? Desprecie las fuerzas resistivas sobre el automóvil.



Recomendación: para comprender cómo se vinculan los movimientos mediados por poleas plantea las posiciones (variables en el tiempo) de las masas. Utiliza como origen del sistema de coordenadas el techo fijo o el centro de las poleas fijas (referencial inercial) y, a continuación, plantea las ecuaciones de movimiento coherentemente con esa elección.

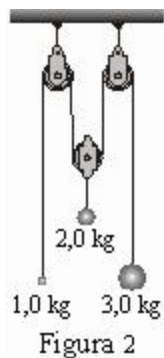
E: Ejercicio 6 (Feb. 2005 con modificaciones) Máquina de Atwood.

El sistema de la figura está formado por una polea de masa despreciable por la que pasa y no desliza un hilo ideal (inextensible y de masa despreciable) que tiene unidas a sus extremos dos masas m_1 y $m_2 = 2m_1$. La polea puede girar sin fricción alrededor de su centro (fijo) y la configuración inicial del problema corresponde a la de la figura, con las masas y la polea en reposo (las distancias L_1 y $L_2 = \frac{3L_1}{4}$ son medidas desde el centro de la polea hasta cada una de las masas). Se libera el sistema. Calcula la velocidad de la masa m_1 en el instante en que se encuentra a la misma altura que m_2 .



Observación: En este ejercicio se usa m_1 como unidad de masa y L_1 como unidad longitud. Plantea las posiciones de las masas x_1 y x_2 (variables en el tiempo) desde el centro de la polea.

E: Problema 7 (LB Cap. 5 Ej. 44) Poleas móviles y poleas fijas.



Tres objetos se cuelgan de poleas sin masa y sin fricción en el eje (Fig. 2). El hilo que une al sistema es inextensible y de masa despreciable. Calcula la aceleración de cada objeto y la tensión en la cuerda.

Observación: En sistemas con poleas, las aceleraciones de los diferentes objetos que componen un sistema (aunque están relacionadas) no tienen por qué ser iguales. Para ver qué relación cumplen las aceleraciones de cada objeto, plantea la ecuación de vínculo que indica que el largo total de la cuerda es constante, dado que el hilo es inextensible.

Recomendación: en los siguientes problemas plantea la ecuación de movimiento de todos los objetos desde un **referencial inercial**.

ME: Problema 8 (HRK Cap. 5 Ej. 68) Cuña: un plano inclinado móvil.

Una cuña en forma de triángulo rectángulo de masa M y ángulo θ soporta un pequeño bloque de masa m sobre su lado, como se muestra en la figura. La cuña está apoyada y se puede mover sobre una mesa horizontal no mostrada en la figura. Suponer todos los contactos carentes de fricción.



- ¿Qué aceleración horizontal a deberá tener M en relación a la mesa para mantener a la masa m estacionaria con respecto a la cuña? **Reflexión:** La fuerza normal entre la cuña y la masa en este problema, ¿vale $N = mg \cos(\theta)$?
- ¿Qué fuerza horizontal F deberá ser aplicada al sistema para obtener este resultado?
- Ahora supondremos que no se imprime fuerza alguna sobre M . Describe cualitativamente el movimiento resultante.

ME: Problema 9 (Examen Diciembre de 2010) Surfista.



El surfista de la figura, de masa 70 kg, está parado sobre una tabla que forma un ángulo de 10° con la horizontal. La ola lo acelera hacia la derecha a razón de $1,0 \text{ m/s}^2$. Calcula la fuerza que impide que el surfista deslice sobre la tabla. ¿De qué origen es esa fuerza?

Preguntas MOODLE: Indique si las siguientes afirmaciones son falsas o verdaderas y por qué.

- Una pesa pende de una cuerda atada al techo de un elevador. Si el elevador está en reposo, la tensión de la cuerda es T . Entonces, cuando el elevador desciende disminuyendo su rapidez, la tensión de la cuerda T' es menor que T .
- Una cuerda de masa despreciable pasa por una polea carente de fricción. Un niño se cuelga de un lado de la cuerda y del otro lado de la cuerda hay un espejo colgado que tiene el mismo peso que el niño. Inicialmente, el niño puede verse reflejado en el espejo. Entonces, el niño debe trepar por la cuerda para evitar reflejarse en el espejo.
- Un pájaro se posa sobre un alambre estirado. La tensión del alambre cambia en una cantidad mayor al peso del pájaro. Suponga que la componente horizontal de la tensión es la misma con o sin el pájaro.

4. Una mujer está empujando una caja de forma tal que ésta se mueve sobre el piso con velocidad v_0 constante. La caja se detiene en el mismo instante que la mujer deja de empujarla.
5. Un ascensor asciende a velocidad constante cuando la tensión (hacia arriba) que ejercen los cables conectados al motor, es mayor que las fuerzas verticales (hacia abajo: peso, rozamiento viscoso, etc.) que están aplicadas sobre el ascensor.
6. Cualquiera sea el valor de las masas m_1, m_2, m_3 del ejercicio 3, las tensiones verifican:
$$T_1 < T_2 < T_3$$