

Guía 2: dinámica

Prate I: dinámica sin rozamiento

- ① La segunda ley de Newton expresa que la aceleración de un cuerpo depende linealmente de la fuerza neta que actúa sobre él, siendo la masa la constante de proporcionalidad.
 - (a) Escriba este concepto en forma de ecuación diferencial para la posición (x) en el caso de una fuerza constante en el tiempo.
 - (b) Reescribala ahora como una ecuación diferencial para la velocidad (v). Resuelva ésta ecuación, encontrando una solución $v(t)$. Considere la condición inicial $v(t = 0) = v_0$.
 - (c) Piense ahora cómo encontrar la expresión para $x(t)$ si $x(t = 0) = x_0$.
- ② Si la masa del Titanic era de $6 \times 10^7 \text{kg}$, ¿qué fuerza habrá sido necesaria para producirle una aceleración de 0.1m/s^2 ?
- ③ En cada uno de los sistemas que se muestran a continuación, ubique las fuerzas que actúan sobre cada uno de los cuerpos, especificando cuales son pares de interacción.

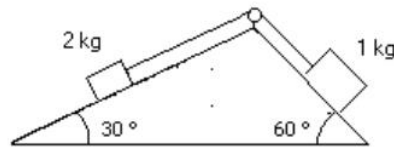


- ④ Una persona está parada sobre una balanza que se encuentra en un ascensor. Estando éste en reposo, la balanza indica un peso de 55kgf .
 - (a) ¿Qué indica la balanza si el ascensor baja con velocidad constante de $v = 3 \text{m/s}$.
 - (b) ¿Qué indica si el ascensor sube con una aceleración de 0.4m/s^2 ?
 - (c) ¿Cuál es la aceleración del ascensor si la balanza indica 0kgf ?
- ⑤ Se arrastra un carrito cuya masa es de 20kg por una superficie horizontal, mediante una soga de la cual se tira formando un ángulo de 30° con la vertical. Si la aceleración que se logra así es de 0.5m/s^2 ¿Cuál es el módulo de la fuerza ejercida mediante la soga? ¿Qué valor toma la normal del piso sobre el carrito?
- ⑥ Un pájaro de masa $m = 26 \text{g}$ esta posado en el punto medio de una cuerda tensa como muestra el dibujo.



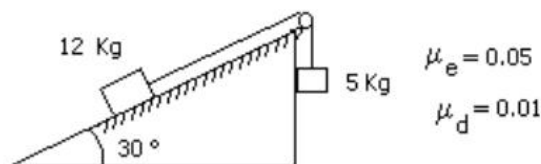
- (a) Demuestre que la tensión de la cuerda esta dada por $T = \frac{1}{2} \frac{mg}{\sin \theta}$.
- (b) Determine la tensión si $\theta = 5^\circ$.

- (c) ¿Cuánto valdrá la tensión si la cuerda está ubicada en un montacargas que asciende con $a = 1 \text{ m/s}^2$. Discuta los casos en los que desciende con la misma aceleración, o se mueve con velocidad constante.
- 7) Demuestre que cuando un cuerpo desciende libremente por un plano inclinado sin rozamiento, su aceleración es $a = g \sin \theta$, independientemente de la masa del cuerpo. ¿Cuál de los ángulos del plano inclinado es el θ de esta expresión?
- 8) Analice el sentido de movimiento del sistema de la figura, calculando las aceleraciones de cada cuerpo y la tensión sobre la soga que los vincula. Suponga que la soga es inextensible y de masa despreciable frente a la de los cuerpos. ¿En qué momento utiliza estas aproximaciones?



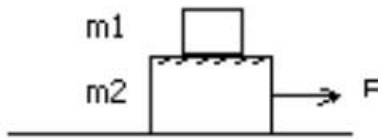
Parte II: dinámica con rozamiento

- 9) En una situación donde una fuerza F es aplicada horizontalmente sobre un cuerpo que se desliza sobre una superficie con coeficiente de rozamiento dinámico μ_d ¿cómo se modifica la ecuación diferencial del problema (1)? ¿y las soluciones de $x(t)$ y $v(t)$?
- 10) Dado el sistema indicado por la figura: (a) diga si puede permanecer en equilibrio; (b) calcule su aceleración cuando entra en movimiento.

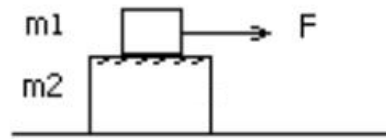


- 11) Un bloque de 3kg está apoyado sobre otro bloque de 5kg como indica la figura. Considere que no hay fuerza de rozamiento entre el bloque de 5kg y la superficie horizontal donde se apoya. Los coeficientes de rozamiento estático y dinámico entre los dos bloques son 0.2 y 0.1 respectivamente.
- (a) ¿Cuál es la fuerza máxima que puede aplicarse al bloque de 5kg para arrastrar a los dos cuerpos sin que deslice un bloque sobre el otro?.
- (b) Halle la aceleración del sistema cuando se aplica dicha fuerza.
- (c) Se aplica ahora al cuerpo de 5kg una fuerza igual al doble de la calculada en (a). Halle la aceleración de cada bloque. ¿Hacia donde se cae el bloque de arriba?
- (d) Idem (a), pero ahora aplicando la fuerza F sobre el bloque de 3kg. Si se aplica sobre el bloque de 3kg una fuerza igual a la mitad de la calculada en (c), calcule la fuerza de rozamiento entre bloques.

a)



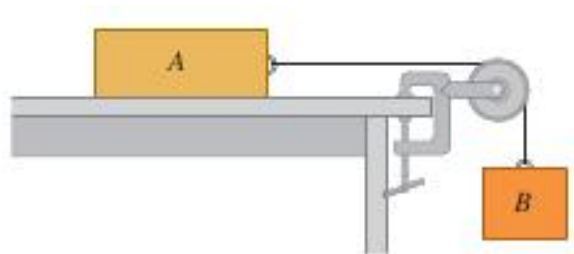
d)



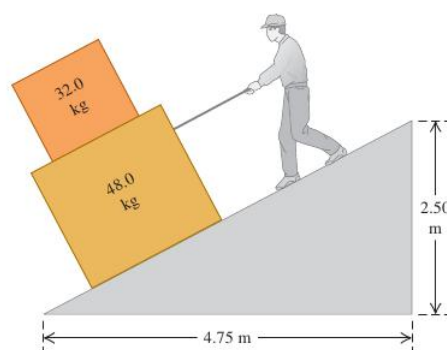
$$m_1 = 3 \text{ kg}$$

$$m_2 = 5 \text{ kg}$$

- 12) Una fuerza horizontal empuja a un ladrillo de 2.5kg de masa contra una pared vertical. Los coeficientes de rozamiento estático y dinámico entre el ladrillo y la pared son 0.5 y 0.4 respectivamente. Calcule el valor mínimo horizontal de esa fuerza para sostener el ladrillo quieto.
- 13) Considere el sistema de la siguiente figura. El bloque A pesa 45N y el bloque B, 25N. Una vez que el bloque B se pone en movimiento hacia abajo, desciende con rapidez constante.
- Calcule el coeficiente de fricción dinámica entre el bloque A y la superficie de la mesa.
 - Un gato, que también pesa 45N, se queda dormido sobre el bloque A. Si ahora el bloque B se pone en movimiento hacia abajo, ¿que aceleración (magnitud y dirección) tendrá?



- 14) Usted está bajando dos cajas, una encima de la otra, por la rampa que se muestra en la figura, tirando de una cuerda paralela a la superficie de la rampa. Ambas cajas se mueven juntas a rapidez constante de 15cm/s. El coeficiente de fricción cinética entre la rampa y la caja inferior es $\mu_d = 0.444$, en tanto que el coeficiente de fricción estática entre ambas cajas es $\mu_e = 0.8$. Calcule la fuerza que deberá ejercer para lograr esto? ¿Cuál es la magnitud y la dirección de la fuerza de fricción sobre la caja superior?



Parte III: Dinámica viscosa (a escala celular y molecular)

- 15 Un objeto que se mueve en un fluido experimenta una fuerza de arrastre (o fuerza viscosa) que se opone a su movimiento y es proporcional a la velocidad relativa entre el objeto y el fluido: $\mathbf{F} = -\gamma \mathbf{v}$.

El coeficiente de proporcionalidad γ es una función del tamaño y de la forma del objeto así como de la viscosidad del medio. Para un objeto esférico, el coeficiente de arrastre es $\gamma = 6\pi\eta R$ (Ley de Stokes), donde η es la viscosidad del fluido y R el radio del objeto.

Considere un objeto que se mueve en un medio viscoso sujeto a una fuerza constante F . Suponga que la velocidad inicial es $v(0) = 0$.

- (a) Plantee la ecuación de Newton y muestre que la velocidad en función del tiempo es

$$v(t) = \frac{F}{\gamma} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$$

Haga un gráfico de la velocidad en función del tiempo.

- (b) Encuentre la velocidad límite alcanzada. De una estimación del tiempo que tarda en alcanzarse esa velocidad. ¿De qué parámetros depende?

- 16 Calcule la fuerza que deben hacer los motores moleculares que mueven los flagelos de una bacteria *E. coli* para que esta se mueva en un medio acuoso [$\eta = 10^{-2}\text{gr}/(\text{cm s})$] a una velocidad constante de $25\mu\text{m}/\text{seg}$. Aproxime la bacteria es una esfera de $2\mu\text{m}$ de radio.

- 17 Suponga que una fuerza de 1pN se aplica a una proteína de 100kDa . En un medio sin viscosidad, ¿a qué velocidad se moverá después de 1ns ? ¿Qué distancia avanzará en ese tiempo?

Si la proteína está en un medio viscoso como el citoplasma cuya viscosidad es 1000 veces mayor que la del agua [$\eta = 10\text{gr}/(\text{cm s})$], ¿cuál es su velocidad límite? ¿qué distancia recorrería en 1ns a esa velocidad?

Nota: La masa de una proteína de 100kDa es $166 \times 10^{-24}\text{kg}$ y su radio, suponiendo que es esférica, es de 3nm .

- 18 **La inercia bacteriana:** Considere una bacteria que se mueve a una velocidad de $25\mu\text{m}/\text{seg}$. Si se apagan los motores moleculares que le dan la fuerza de propulsión ¿Cuán lejos llegará? Considere que la bacteria es esférica con un radio de $1\mu\text{m}$ y una densidad de $10^3\text{kg}/\text{m}^3$.