



## Conceptos previos

LA MASA de un objeto es una medida de su inercia. Se le llama inercia a la tendencia de un objeto en reposo a permanecer en este estado, y de un objeto en movimiento a continuarlo sin cambiar su velocidad.

EL KILÓGRAMO PATRÓN (ESTÁNDAR) es un objeto cuya masa se define como un kilogramo. Las masas de otros objetos se encuentran por comparación con esta masa. Un gramo masa equivale a 0.001kg.

UNA FUERZA es un empujón o jalón que actúa sobre un objeto. Es una cantidad vectorial que tiene magnitud y dirección.

LA FUERZA RESULTANTE que actúa sobre un objeto, le proporciona una aceleración en la dirección de la fuerza. La aceleración es proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la masa del objeto.

EL NEWTON es la unidad de fuerza en el sistema SI. Un newton (1N) es la fuerza resultante que le proporciona a 1kg una aceleración de  $1\text{m/s}^2$ . La DINA es una unidad de fuerza que equivale a  $10^5\text{N}$ . La libra fuerza equivale a 4.45N.

PRIMERA LEY DE NEWTON: Si la fuerza externa resultante que actúa en un objeto es cero, entonces la velocidad del objeto no cambiará. Un objeto en reposo permanecerá en reposo; un objeto en movimiento continuará moviéndose con velocidad constante. Un cuerpo se acelera solamente si una fuerza no balanceada actúa sobre él. A esta ley se le llama con frecuencia ley de la inercia.

SEGUNDA LEY DE NEWTON: si la fuerza resultante  $F$  que actúa sobre un objeto de masa  $m$  no es 0, el objeto se acelerará en la dirección de la fuerza. La aceleración  $a$  es proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la masa del objeto. Con  $F$  en Newtons,  $m$  en kg. y  $a$  en  $\text{m/s}^2$ , ésta proporcionalidad se puede escribir como una ecuación:

$$a = \frac{F}{m} \quad \text{o} \quad F = m \cdot a$$

Cuando se utiliza esta ecuación u otras derivadas de ésta,  $F$ ,  $m$  y  $a$  deben tener las unidades apropiadas. La aceleración  $a$  tiene la misma dirección que la fuerza resultante  $F$ .

La ecuación vectorial  $F = ma$  puede escribirse en términos de sus componentes como

$$\Sigma F_x = ma_x \quad \Sigma F_y = ma_y \quad \Sigma F_z = ma_z$$

donde las fuerzas son las componentes de las fuerzas externas que actúan sobre el objeto.

**TERCERA LEY DE NEWTON:** por cada fuerza que actúa sobre un cuerpo, existe otra igual, pero en sentido opuesto, actuando sobre algún otro cuerpo. Con frecuencia se le llama a ésta, ley de la acción y reacción. Note que las fuerzas de acción y reacción actúan en diferentes cuerpos.

**LEY DE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL:** dos masas,  $m$  y  $m'$  se atraen entre sí con fuerzas de igual magnitud. Para masas puntuales (o cuerpos con geometría esférica), la fuerza de atracción  $F$  está dada por

$$F = G \frac{m \times m'}{d^2}$$

donde  $r$  es la distancia entre los centros de las masas, y  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$  cuando  $F$  está en newtons,  $m$  y  $m'$  están en kilogramos y  $d$  está en metros.

**EL PESO** de un cuerpo es la fuerza gravitacional que atrae al cuerpo. En la Tierra, es la fuerza gravitacional que ejerce la Tierra sobre el cuerpo. Sus unidades son los Newton (en el SI) y libras (en el sistema británico).

**RELACIÓN ENTRE MASA Y PESO:** un cuerpo de masa  $m$  en caída libre hacia la Tierra está bajo la acción de una sola fuerza, la atracción gravitacional, a la que llamamos peso  $w$  del objeto. La aceleración  $g$  que tiene un objeto en caída libre se debe a su peso  $w$ . Entonces, la ecuación  $F = ma$  nos da la relación entre  $F = w$ ,  $a = g$ , y  $m$ ; esto es  $w = mg$ . Como en la superficie terrestre  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ , un objeto de 1 Kg. pesa 9.8 N.

**ANÁLISIS DIMENSIONAL:** Todas las cantidades mecánicas tales como la aceleración y la fuerza, se pueden expresar en términos de tres dimensiones fundamentales: la longitud  $L$ , la masa  $M$  y el tiempo  $T$ . Por ejemplo la aceleración es una longitud dividida entre tiempo<sup>2</sup>, decimos que sus dimensiones son  $L/t^2$ . Las dimensiones del volumen son  $L^3$ . Como la fuerza es la masa multiplicada por la aceleración, sus dimensiones son  $MLT^{-2}$ . El análisis dimensional es muy útil para ver si una ecuación está correctamente escrita, ya que cada término de una ecuación debe tener las mismas dimensiones. Por ejemplo, las dimensiones de una ecuación

$$S = V_{ot} + \frac{1}{2} at^2$$

$$m = \frac{m}{s} xs + \frac{m}{s^2} s^2$$

Y cada término tiene dimensiones de longitud. Todos los términos de una ecuación deben tener las mismas longitudes. Por ejemplo, una ecuación no puede tener un término de volumen  $L^3$  sumado con otro de área  $L^2$ .

**OPERACIONES MATEMÁTICAS CON UNIDADES:** En toda operación matemática, las unidades deben acompañar a los números y someterse a las mismas operaciones matemáticas.

Las cantidades no pueden sumarse ni restarse directamente a monos que tengan las mismas unidades. Por ejemplo, si vamos a sumar algebraicamente 5m y 8cm, primero se debe convertir de m a cm. o de cm. a m. Sin embargo, cualquier tipo de cantidad se puede multiplicar o dividir. De esta forma:

- 1)  $6m^2 + 2m^2 = 8m^2$
- 2)  $5cm \times 2cm^2 = 10cm^3$
- 3)  $2m^3 \times 1500Kg./m^3 = 3000 Kg.$
- 4)  $2s \times 3Km/s^2 = 6Km/s^2$
- 5)  $15g/3g/cm^3 = 5cm^3$

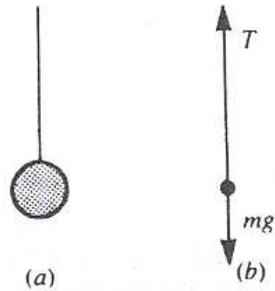
#### PROBLEMAS DE APLICACIÓN.

1. Encuentre el peso de un cuerpo, si su masa en la tierra es de a)3Kg. b)200g.  
(29.4N, 1.96 N)
2. A un objeto de 20 Kg que se mueve libremente se le aplica una fuerza resultante de 45N en la dirección -x. calcular la aceleración del objeto.  
(-2.25N/s<sup>2</sup>)
3. Un objeto de 5.0 Kg se jala hacia arriba con una cuerda acelerándolo a 0.30m/s<sup>2</sup>.  
¿Cuál debe ser la tensión en la cuerda?  
(50.5N)
4. Se necesita una fuerza horizontal de 140N para jalar una caja de 60kg sobre un piso horizontal con una rapidez constante. ¿Cuál es el coeficiente de fricción entre el piso y la caja?  
(0.238)
5. La única fuerza que actúa sobre un objeto de 5 kg tiene por componentes  $F_x = 20N$  y  $F_y = 30N$ . Encuentre la aceleración del objeto.  
(7.21m/s<sup>2</sup>)
6. Se desea aplicar una aceleración de 0.70m/s<sup>2</sup> a un objeto de 600N. ¿De qué magnitud debe ser la fuerza no balanceada que actúa sobre él?  
(61kg., 43N)
7. Una fuerza constante actúa sobre un objeto de 5 Kg. y disminuye su velocidad de 7m/s a 3m/s en un tiempo de 3s. Encontrar la fuerza.  
(-6.7N)
8. Un bloque de 400g con velocidad inicial de 80cm/s resbala sobre la cubierta de una mesa en contra de una fuerza de fricción de 0.70N.  
a) ¿Qué distancia recorrerá resbalando antes de detenerse? (0.183m)  
b) ¿Cuál es el coeficiente de fricción entre el bloque y la cubierta de la mesa? (0.179)
9. Un automóvil de 600kg de peso se mueve en un camino nivelado a 30m/s.  
a) ¿Qué tan grande es la magnitud de la fuerza retardadora que se requiere para detener al automóvil en una distancia de 70m? (-3.86kN)  
b) ¿Cuál es el mínimo coeficiente de fricción entre las llantas y el camino para que esto suceda? (0.66)

10. Una locomotora de 8000kg. tira de un tren de 40000kg. a lo largo de una vía nivelada con una aceleración de  $1.20\text{m/s}^2$ . ¿Con qué aceleración tirará de un tren de 16000kg.?  
( $2.40\text{m/s}^2$ )

11. En la figura, un objeto de masa  $m$  está colgado de una cuerda. Calcular la tensión en la cuerda si el objeto se encuentra

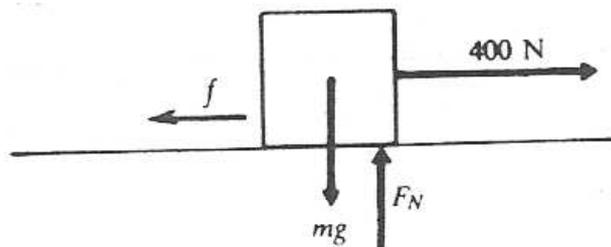
- a) en reposo ( $mg$ )
- b) se mueve con velocidad constante ( $mg$ )
- c) se acelera hacia arriba con una aceleración  $3g/2$  ( $2.5mg$ )
- d) se acelera hacia abajo con  $a = 0.75g$  ( $0.25mg$ )



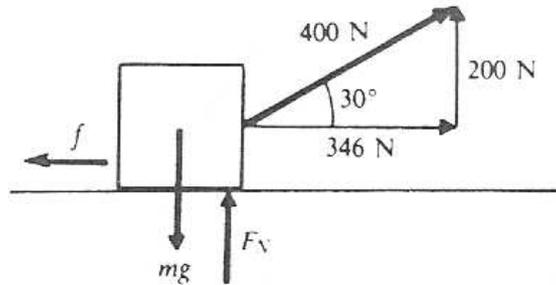
12. Una cuerda de remolque se romperá si la tensión sobre ella excede los 1500N. Se utilizará para remolcar un automóvil de 700kg a lo largo de un piso nivelado. ¿Cuál es el valor máximo de la aceleración que se puede aplicar al automóvil con esta cuerda?  
( $2.14\text{m/s}^2$ )

13. Calcular la mínima aceleración con la cual una mujer de 45kg. se desliza por una cuerda, si la tensión mínima que resiste la cuerda es 300N.  
( $3.1\text{m/s}^2$ )

14. Una caja de 70kg. resbala a lo largo de un piso debido a una fuerza de 400N como se muestra en la figura. El coeficiente de fricción entre la caja y el piso cuando la caja resbala es de 0.50. Calcular la aceleración de la caja.  
( $0.81\text{m/s}^2$ )

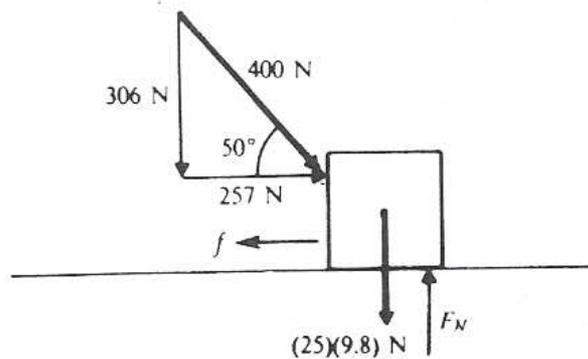


15. Supóngase, como se muestra en la figura, que una caja de 70kg. se jala con una fuerza de 400N que forma un ángulo de 30 grados con la horizontal. El coeficiente de fricción cinética es 0.50. Calcular la aceleración de la caja.  
( $1.47\text{m/s}^2$ )

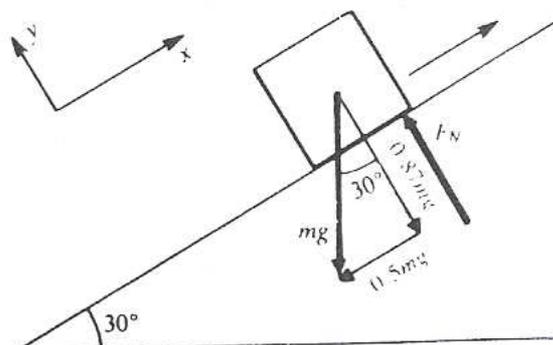


16. Un automóvil que se mueve a  $20\text{m/s}$  en un camino horizontal aplica repentinamente los frenos y finalmente llega al reposo. ¿Cuál es la distancia más corta en que puede detenerse si el coeficiente de fricción entre las llantas y el camino es 0.90? Suponga que todas las llantas frenan idénticamente.  
(22.7m)

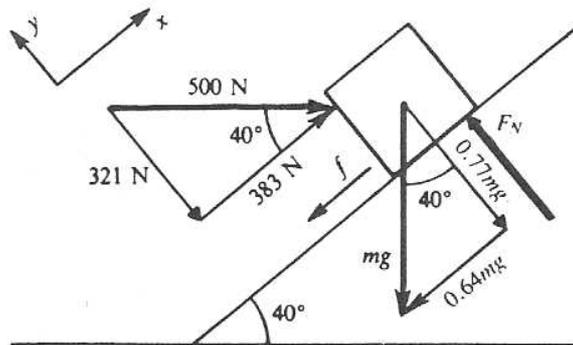
17. Como se muestra en la figura, una fuerza de 400N empuja una caja de 25kg. Partiendo del reposo, la caja alcanza una velocidad de  $2.0\text{m/s}$  en un tiempo de 4s. Encontrar el coeficiente de fricción cinético entre la caja y el piso.  
(0.44)



18. Una caja de 20kg. reposa sobre un plano inclinado, como se muestra en la figura. El coeficiente de fricción cinética entre la caja y el plano inclinado es de 0.30. Calcular la aceleración con la que desciende la caja por el plano inclinado.  
( $2.35\text{m/s}^2$ )

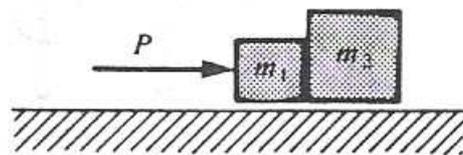


19. Cuando una fuerza de 500N empuja una caja de 25kg. como se muestra en la figura, la aceleración de la caja al subir por el plano inclinado es  $0.75\text{m/s}^2$ . Calcular el coeficiente de fricción cinética entre la caja y el plano. (0.41)



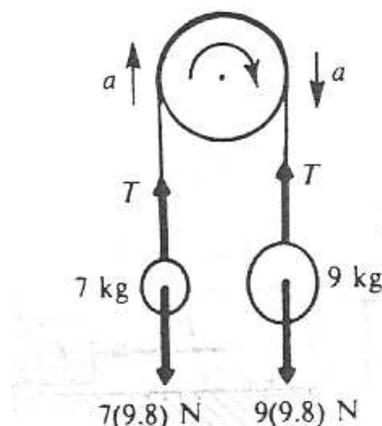
20. Dos bloques de masas  $m_1$  y  $m_2$  son empujados por un fuerza  $P$  como se muestra en la figura. El coeficiente de fricción entre cada bloque y la mesa es 0.40.

- a) ¿Cuál debe ser el valor de la fuerza  $P$  si los bloques han de tener una aceleración de  $200\text{cm/s}^2$ ? (4.74N)  
 b) ¿Qué fuerza ejerce  $m_1$  sobre  $m_2$ ? Utilice  $m_1 = 300\text{g}$  y  $m_2 = 500\text{g}$ . (2.96N)

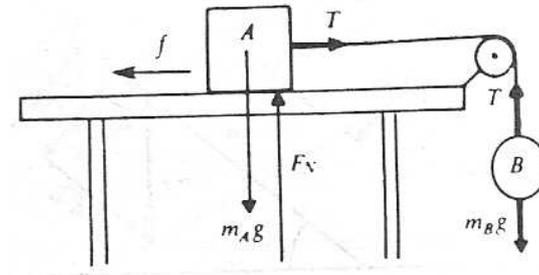


21. Una masa de 7kg cuelga del extremo de una cuerda que pasa por una polea sin fricción, y en el otro extremo cuelga una masa de 9kg. como se muestra en la figura. (Este arreglo se llama máquina de Atwood). Encontrar la aceleración de las masas y la tensión de la cuerda.

( $1.23\text{m/s}^2$ , 77N)



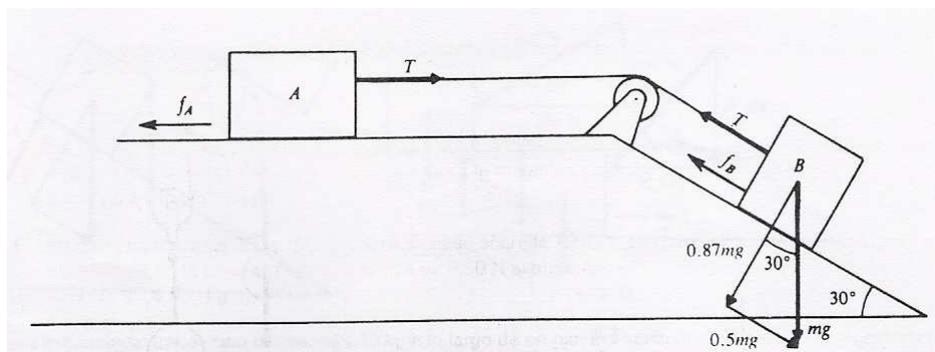
22. En la figura, el coeficiente de fricción cinética entre el bloque A y la mesa es 0.20. También  $m_A = 25\text{kg}$ ,  $m_B = 15\text{kg}$ . ¿Cuánto bajara el cuerpo B en los primeros 3s después de liberar el sistema?  
(11.0m)



23. En la figura del problema anterior, ¿qué tan grande debe ser la fuerza horizontal que tira del bloque A, además de T, para darle una aceleración de  $0.75\text{m/s}^2$  hacia la izquierda? Suponga, como en el problema 21 que  $\mu = 0.20$ ,  $m_A = 25\text{kg}$ ,  $m_B = 15\text{kg}$ .  
(226N)

24. El coeficiente de fricción estático entre una caja y la plataforma de un camión es 0.60. ¿Cuál es la máxima aceleración que puede tener el camión sobre un terreno nivelado si la caja no debe resbalar?  
( $5.9\text{m/s}^2$ )

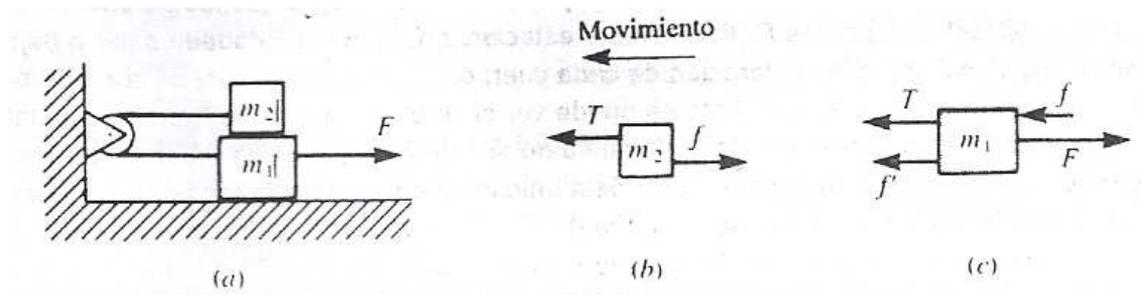
25. En la figura, las dos cajas tienen masas idénticas de 40kg. Ambas experimentan una fuerza de fricción cinética con  $\mu = 0.15$ . Encuéntrese la aceleración de las cajas y la tensión en la cuerda que las une.  
( $1.8\text{m/s}^2$ , 102N)



26. En el sistema mostrado en la figura

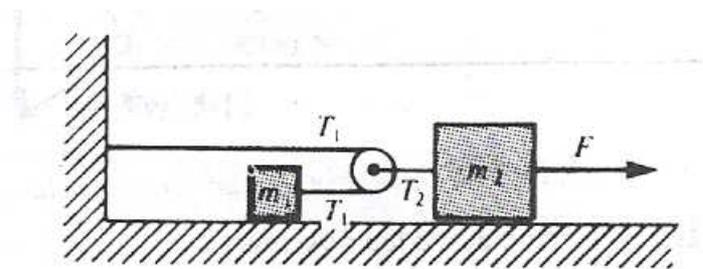
a) La fuerza  $F$  acelera al bloque  $m_1$  hacia la derecha. Encontrar su aceleración en términos de  $F$  y del coeficiente de fricción  $\mu$  entre las superficies de contacto.

$$\frac{(F - 2\mu m_2 g - \mu g)}{m_1 + m_2}$$



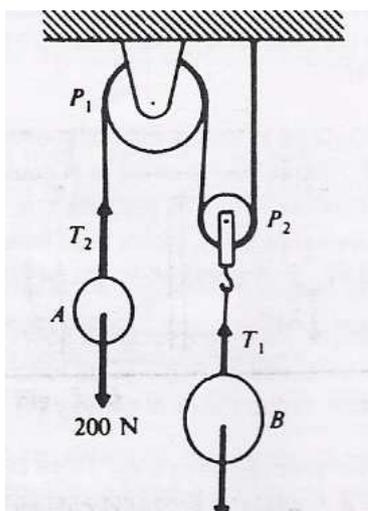
27. En el sistema de la figura, la fricción y la masa de la polea son despreciables. Encontrar la aceleración de  $m_2$  si  $m_1 = 300g$ ,  $m_2 = 500g$  y  $F = 1.5N$ .

$$(0.882m/s^2)$$



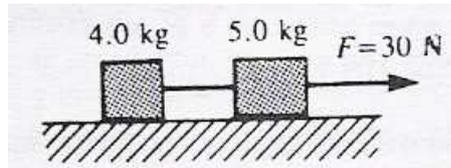
28. En la figura, los pesos de los objetos son  $200N$  y  $300N$ . Se considera que las poleas no tienen fricción y que sus masas son despreciables. La polea  $P_1$  tiene un eje estacionario, la polea  $P_2$  puede subir o bajar libremente. Calcular las tensiones  $T_1$  y  $T_2$  así como la aceleración de cada cuerpo.

$$(327N, 164N \text{ y } 1.78m/s^2)$$



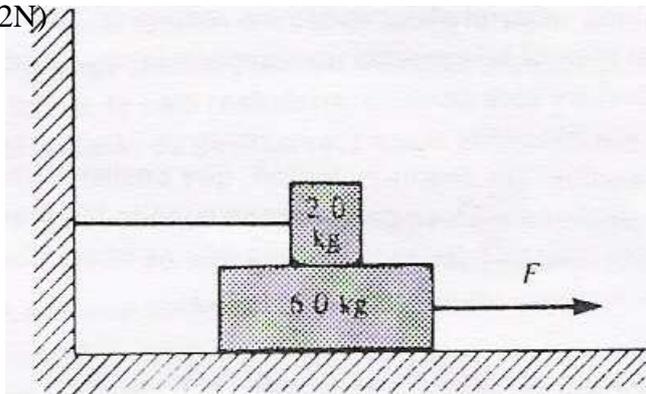
29. Calcule la masa de la Tierra, suponiendo que es una esfera de radio 6370km.  
( $6.0 \times 10^{24}$  kg)
30. Una fuerza actúa sobre una masa de 2kg. acelerándola a  $3\text{m/s}^2$ . ¿Qué aceleración produce la misma fuerza cuando actúa sobre una masa de:
- a) 1kg ( $6\text{m/s}^2$ )
  - b) 4kg? ( $1.5\text{m/s}^2$ )
  - c) ¿Cuál es la magnitud de la fuerza? (6N)
31. Un objeto tiene una masa de 300g
- a) ¿Cuál es su peso sobre la Tierra? (2.94N)
  - b) ¿Cuál es su masa en la Luna? (0.300kg)
  - c) ¿Cuál será su aceleración en la luna cuando una fuerza de 0.50N actúa sobre él?  
( $1.67\text{m/s}^2$ )
32. Un cable horizontal tira de una carreta de 200kg a lo largo de un camino horizontal. La tensión en el cable es de 500N. Partiendo del reposo,
- a) ¿qué tiempo le llevará a la carreta el alcanzar una rapidez de  $8\text{m/s}$ ? (3.2s)
  - b) ¿qué distancia habrá recorrido? (12.8m)
33. Un auto de 900kg viaja a  $20\text{m/s}$  en un camino plano. ¿Cuál es la magnitud de una fuerza retardadora constante necesaria para detener el auto en una distancia de 30m?  
(6000N)
34. Una bala de 12.0g es acelerada desde el reposo hasta una rapidez de  $700\text{m/s}$  al recorrer 20cm dentro del cañón de un fusil. Suponiendo que la aceleración es constante, ¿qué tan grande debe ser la fuerza aceleradora?  
(14.7kN)
35. Un cesto de 20kg cuelga en el extremo de una cuerda. Calcular la aceleración cuando la tensión en la cuerda es
- a) 250N ( $2.7\text{ m/s}^2$  hacia arriba)
  - b) 150N ( $2.3\text{ m/s}^2$  hacia abajo)
  - c) cero ( $9.8\text{ m/s}^2$  hacia abajo)
  - d) 196N (cero)
36. Una masa de 5kg cuelga del extremo de una cuerda. Calcular la tensión de ésta si la aceleración de la masa es:
- a)  $1.5\text{ m/s}^2$  hacia arriba (56.6N)
  - b)  $1.5\text{ m/s}^2$  hacia abajo (41.5N)
  - c)  $9.8\text{ m/s}^2$  hacia abajo (cero)

37. Calcular la aceleración de los bloques de la figura si las fuerzas de fricción son despreciables. ¿Cuál es la tensión de la cuerda que los une?  
 (3.33 m/s<sup>2</sup>, 13.3N)

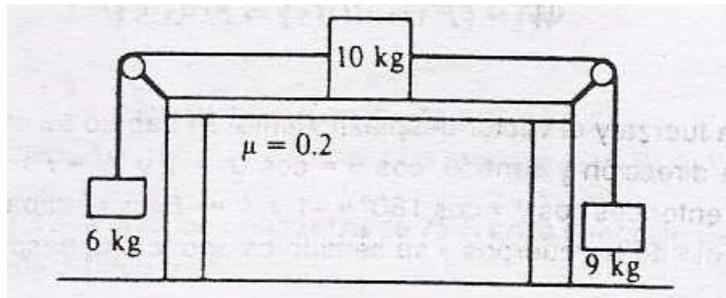


38. Repita el problema 37 si el coeficiente de fricción entre el bloque y la mesa es 0.30  
 (0.393 m/s<sup>2</sup>, 13.3N)

39. ¿Qué fuerza F se necesita en la figura para tirar del bloque de 6.0kg con una aceleración de 1.50 m/s<sup>2</sup> si el coeficiente de fricción en las caras superior e inferior Es de 0.40?(48.2N)



40. Tres bloques de masa 6kg, 9kg y 10kg están unidos como se muestra en la figura. El coeficiente de fricción estático entre la mesa y el bloque de 10kg es 0.2. Calcular:
- la aceleración del sistema. ( $0.39 \text{ m/s}^2$ )
  - la tensión en la cuerda de la izquierda y la tensión en la cuerda de la derecha. (61N, 85N)



41. El radio de la Tierra es de aproximadamente 6370km. Un objeto que tiene una masa de 20kg se lleva a una altura de 160km sobre la superficie de la Tierra.
- ¿Cuál es la masa del objeto a esta altura? (20kg)
  - ¿Cuánto pesa el objeto? Esto refiriéndose a la fuerza gravitacional que experimenta el objeto a esta altura. (186.5N)
42. El radio de la Tierra es de aproximadamente 6370km, mientras que el de Marte es más o menos 3440km. Si un objeto pesa 200N en la Tierra, ¿cuál será su peso y cuál la aceleración debida a la gravedad en Marte? La masa de Marte es 0.11 veces la de la Tierra.
- (75N,  $3.7 \text{ m/s}^2$ )