Departamento de Física
Facultad de Ciencias
Universidad de Chile

Profesor: Gonzalo Gutiérrez
Ayudantes: Uta Naether
Felipe González

Mecánica I, 2009

Guía 4: Leyes de Newton **Miércoles 15 de Abril**

Tarea: Problemas 18, 21, 35 y 38, Cap.4 de los Apuntes. Entrega: Lunes 27 de Abril.

Concepto de fuerza

1. Una fuerza dependiente del tiempo $\mathbf{F} = (8\hat{i} - 4 \cdot t\hat{j})$N (donde t está en segundos), se aplica a un objeto de 2 kg, inicialmente en reposo.

   a) ¿En que tiempo el objeto se moverá con una velocidad de 15 m/s?.

   b) ¿A qué distancia está de su posición inicial cuando su velocidad es de 15 m/s?.

   c) ¿Cuál es la distancia total que recorre el objeto en este tiempo?.

   R: a) 3 s ; b) 20.1 m ; c) $(18\hat{i} - 9\hat{j})$m.

2. Una masa de 3 kg se somete a una aceleración dada por $\mathbf{a} = (2\hat{i} + 5\hat{j})$m/s^2. Determine la fuerza resultante, $\mathbf{F}$ y su magnitud.

   R: $(6\hat{i} + 15\hat{j})$N , 16.2 N.

3. Sobre el planeta X un objeto pesa 12 N. Sobre el planeta Y, donde la magnitud de aceleración en caída libre es 1.6 g, el objeto pesa 27 N. ¿Cuál es la masa del objeto y cuál es la aceleración de caída libre (en m/s^2) en el planeta X?.

   R: 1.72 kg y 6.98 m/s^2 respectivamente.

4. Un ladrillo de peso w descansa sobre la parte superior de un resorte vertical de peso w. El resorte, a la vez, descansa sobre una mesa.

   a) Dibuje un diagrama de cuerpo libre para el ladrillo y dibuje todas las fuerzas que actúan sobre él.

   b) Repita a) para el resorte.

   c) Identifique todos los pares acción y reacción en el sistema ladrillo–resorte–mesa–tierra.

5. Dos fuerzas $\mathbf{F}_1$ y $\mathbf{F}_2$ actuán sobre una masa de 5 kg. Si $\mathbf{F}_1 = 20$ N y $\mathbf{F}_2 = 15$ N, encuentre la aceleración en a y en b en la figura 1.

   R: 5 m/s^2 y 6.08 m/s^2 respectivamente.

6. Un camión de 2 ton proporciona una aceleración de 3 pies/s^2 a un remolque de 5 ton. Si el camión ejerce la misma fuerza sobre el camino mientras jala un remolque de 15 ton, ¿qué aceleración se produce?.

   R: 1.24 pies/s^2.

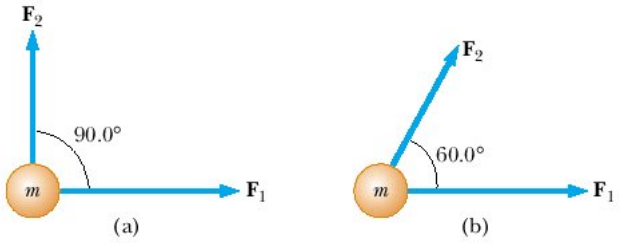

Figura 1:

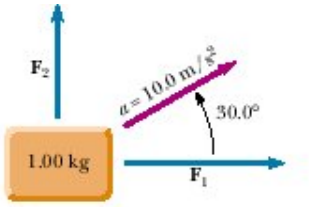

Figura 2:

Aplicaciones de las leyes de Newton

7. Una masa de 2 kg acelera a 11 m/s^2 en una dirección 30° al norte del este (figura 2). Una de las dos fuerzas que actuán sobre la masa tiene una magnitud de 11 N y está dirigida al norte. Determine la magnitud de la segunda fuerza.

   R: $(14{,}7\hat{i} - 2{,}5\hat{j})$N , 14,9 N.

8. Un saco de cemento cuelga de tres alambres, como se indica en la figura 3. Dos de los alambres forman ángulos θ_1 y θ_2 con la horizontal. Si el sistema está en equilibrio, demuestre:

   a)
   $$T_1 = \frac{w \cdot cos\theta_2}{sen(\theta_1 + \theta_2)}$$

   b) Dado que w=325 N, θ_1=10° y θ_2=25°, encuentre la tensión T_1, T_2 y T_3 en los alambres.

   R: b) T_3=325 N.

9. La distancia entre dos postes de teléfonos es de 45 m. Un pájaro de 1 kg se posa sobre el cable telefónico a la mitad entre los postes de modo que la línea pandea 0.18 m. ¿Cuál es la tensión en el cable? Ignore el peso del cable.

   R: 613 N.

10. En el sistema que se muestra en la figura 4, una fuerza horizontal F_x actúa sobre una masa de 8 kg.

    a) ¿Para que valores de F_x la tensión en la cuerda es cero?.

    b) ¿Para que valores de F_x la masa de 2 kg acelera hacia arriba?.

    c) Grafique la aceleración de la masa de 8 kg contra F_x incluya valores de F_x de -100 N a 100 N.

    R: a) Para todos $F_x \leq -78{,}4$ N , b) para todos $F_x \geq 19{,}6$ N.

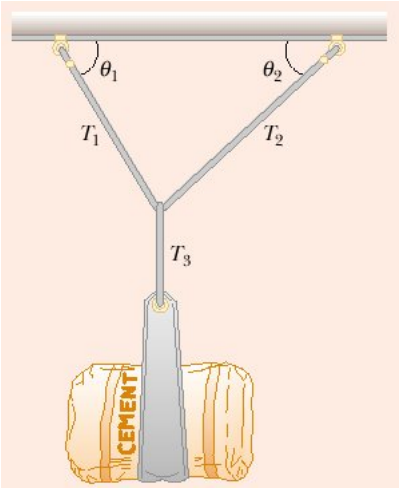

Figura 3:

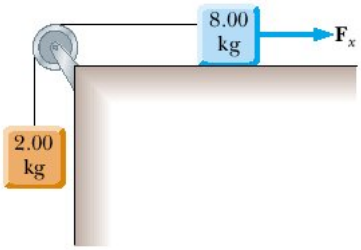

Figura 4:

11. La bala de un rifle con una masa de 12 kg viaja con una velocidad de 400 m/s y golpea un gran bloque de madera, al cual penetra una profundidad de 15 cm. Determine la magnitud de la fuerza retardadora (supuesta constante) que actúa sobre la bala.

    R: $6{,}4 \times 10^6$ N .

12. Una fuerza horizontal neta $F = A + B \cdot t^2$ actúa sobre un objeto de 3.5 kg, donde A=8.6 N y B=2.5 N/s^2. ¿Cuál es la velocidad horizontal de este objeto3 s despúes de que parte del reposo?.

    R: 21.8 m/s .

13. Un hombre de 72 kg está parado sobre una balanza de resorte en un elevador. Partiendo del reposo, el elevador asciende y alcanza su velocidad máxima de 1.2 m/s en 0.8 s. Se desplaza con esta velocidad constante durante los siguientes 5 s. El elevador experimenta despúes una aceleración uniforme en la dirección $\hat{j}$ negativa durante 1.5 s y se detiene. Qué pasa con el registro de la balanza:

    a) Antes que el elevador empiece a moverse.
    b) Durante los primeros 8 s.
    c) Mientras el elevador se mueve con velocidad constante.
    d) Durante el tiempo que desacelera.

    R: a) 706 N ; b) 814 N ; c) 706 N ; d) 648 N.

Fuerzas de fricción

14. Suponga que el coeficiente de fricción entre las ruedas de un auto y la pista es $\mu = 1$. Si el auto parte del reposo y acelera a una tasa constante por 335 m. ¿Cuál es la velocidad al final de la carrera? .

    R: 81 m/s.

15. Dos bloques conectados por una cuerda sin masa son arrastrados por una fuerza horizontal $\mathbf{F} = 68$ N, suponga las masas de cada bloque m_1=12 kg, m_2=18 kg, y que el coeficiente de fricción cinético de los bloques con la superficie es de 0.01.

    a) Dibuje un diagrama de cuerpo libre para cada bloque.

    b) Determine la tensión T, y la magnitud de la aceleración del sistema.

    R: T=27.2 N y a=1.29 m/s^2 .

16. Un bloque de 3 kg parte del reposo en la parte superior de una pendiente de 30° y se desliza 2 m hacia abajo en 1.5 s. Encuentre:

    a) La magnitud de la aceleración del bloque.

    b) El coeficiente de roce cinético entre el bloque y el plano.

    c) La fuerza de fricción que actúa sobre el bloque.

    d) La velocidad del bloque despúes que se ha deslizado los 2 m.

    R: a) 1.78 m/s^2 , b) 0.368 , c) 9.36 N , d) 2.67 m/s.

17. Un bloque se sitúa sobre un plano inclinado a 35° respecto de la horizontal. Si el bloque se desliza hacia abajo por el plano con una aceleración de magnitud $g/3$, determine el coeficiente de fricción cinética μ entre el bloque y el plano.

    R:$\mu = 0{,}293$.

Segunda Ley aplicada al movimiento circular uniforme

18. Una cuerda ligera puede soportar una carga estacionaria colgada de 25 kg antes de romperse. Una masa de 3 kg unida a la cuerda gira en una mesa horizontal sin fricción en un círculo de 0,8 m de radio. ¿Cuál es el rango de rapidez que puede adquirir la masa antes de romper la cuerda?

    R:$0 \leq v \leq 8{,}08$ m/s

19. La rapidez de la punta del minutero en el reloj de un pueblo es v. a) ¿Cuál es la rapidez de la punta del segundero de la misma longitud? b) ¿Cuál es la aceleración centrípeta de la punta del segundero?

    R: a)$v_s = 60v$, b)$a = (2\pi/60)v$.

20. Una moneda situada a una distancia r del centro de una mesa horizontal que está en rotación se desliza cuando su rapidez es v. ¿Cuál es el coeficiente de fricción estático entre la moneda y la mesa giratoria?

    R: $\mu_e = v^2/rg$.

21. Una caja de huevos se localiza en la parte media de la plataforma plana de una camioneta en el momento en que ésta circula por una curva sin peralte. La curva puede considerarse como un arco de un círculo de 35 m de radio. Si el coeficiente de fricción estático entre la caja y la camioneta es de 0,6, ¿cuál debe ser la rapidez máxima sin que la caja se deslice?

    R:$v \leq 14{,}3$ m/s.

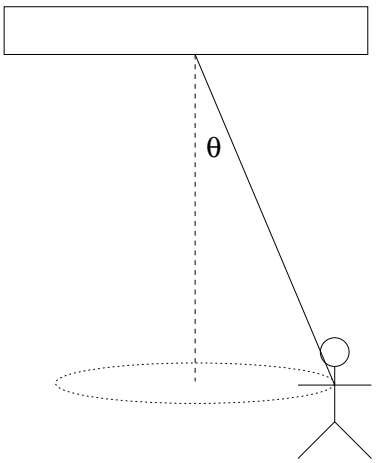

Figura 5: Un péndulo cónico con una persona colgando de él.

22. Considere un péndulo cónico con un peso de 80 kg en un alambre de 10 m formando un ángulo $\theta = 5^{\text{o}}$ con la vertical (ver figura 5). Determine a) las componentes horizontal y vertical de la fuerza ejercida por el alambre en el péndulo y b) la aceleración radial del peso.

    R: a)$\mathbf{T} = 68{,}6\,\text{N}\hat{\mathbf{i}} + 784\,\text{N}\hat{\mathbf{j}}$, b)$a = 0{,}857\,\text{m/s}$.

23. Una patinadora de hielo de 55 kg se mueve a 4 m/s cuando agarra el extremo suelto de una cuerda, el extremo está amarrado a un poste. Después se mueve en un círculo de 0,8 m de radio alrededor del poste. a) Determine la fuerza ejercida por la uerda sobre sus brazos. b) Compare esta fuerza con su peso W.

    R: a)$F = 1100\,\text{N}$, b)$F \sim 2W$.

24. El rendimiento de un automóvil para tomar las curvas es evaluado sobre un tapete resbaloso, donde se mide la máxima rapidez que puede mantener un vehículo alrededor de una trayectoria circular sobre una superficie seca y plana. La aceleración centrípeta, también llamada aceleración lateral, es calculada en múltiplos de la aceleración de caída libre g. Los factores principales que afectan el rendimiento son las características de los neumáticos y el sistema de suspensión del auto. Un Dodge Viper GTS rodea una curva resbalosa de radio 61 m a 86,5 km/h. Calcule su aceleración lateral máxima.

    R:0,966g

25. En el modelo de Bohr del átomo de hidrógeno, la rapidez del electrón es aproximadamente $2{,}2 \times 10^6$ m/s. Encuentre: a) la fuerza que actúa sobre el electrón cuando éste gira en una órbita circular de $0{,}53 \times 10^{-10}$ m de radio y b) la aceleración cenrípeta del electrón.

    R: a)$-8{,}32 \times 10^{-8}\,\text{N}\hat{r}$ y b)$-9{,}13 \times 10^{22}\,\text{N}\hat{r}$.

26. Un satélite de masa m se encuentra en una órbita circular alrededor de la Tierra, de masa M a una altitud igual al radio medio de la ésta, R. Encuentre: a) la rapidez orbital del satélite, y b) el periodo de su revolución. La fuerza gravitacional entre dos masas m_1 y m_2 viene dada por

$$\mathbf{F} = -G\frac{m_1 m_2}{r^2}\hat{\mathbf{r}}\,,$$

    con r la distancia entre las dos masas.

    R: a)$v = \sqrt{GM/2R}$, b)$T = 4\pi R/v$.

Movimiento circular no uniforme

27. Tarzán ($m = 85\,\text{kg}$) trata de cruzar un río balanceándose en una liana. La liana tiene 10 m de largo y su rapidez en la parte baja del movimiento (cuando Tarzán está rozando el agua) es de 8 m/s. Tarzán no sabe que la resistencia de la liana a la ruptura es de 1000 N. ¿Cruzará en río?

    R: No.

28. Un halcón vuela en un arco horizontal de 12 m de radio a una rapidez constante de 4 m/s. a) Encuentre su aceleración centrípeta. b)el halcón continúa volando a lo largo del mismo arco horizontal pero aumenta su rapidez a la proporción de $1{,}2\,\text{m/s}^2$. Encuentre la aceleración (magnitud y dirección) bajo estas condiciones.

    R: a) $a = 1{,}33\,\text{m/s}^2$, b) $|\mathbf{a}| = 1{,}79\,\text{m/s}^2$, $\theta = 48^\text{o}$.

29. Un objeto de 0,4 kg se balancea en una trayectoria circular vertical unida a una cuerda de 0,5 m de largo. Si su rapidez es 4 m/s, ¿cuál es la tensión en la cuerda cuando el objeto está en el punto más alto del círculo?

    R:$T = 8{,}88\,\text{N}$.

30. Un carro de montaña rusa tiene una masa de 500 kg cuando está totalmente lleno de pasajeros (ver figura 6). a) Si el vehículo tiene una rapidez de 20 m/s en el punto A, ¿cuál es la fuerza ejercida por la pista sobre el vehículo en este punto? b) ¿Cuál es la rapidez máxima que el vehículo puede alcanzar en B y continuar sobre la pista?

    R: a)$N = 2{,}49 \times 10^4\,\text{N}$, b)$v_\text{max} = 12{,}1\,\text{m/s}$.

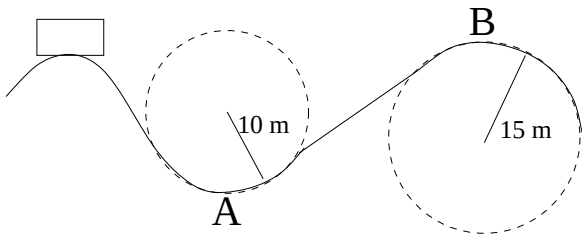

Figura 6: Un trayecto de una montaña rusa.

31. Un niño de masa m se mece en un columpio soportado por dos cadenas, cada una de largo l. Si la tensión en cada cadena en el punto más bajo es T, encuentre: a) la rapidez del niño en el punto más bajo y b) la fuerza del asiento sobre el niño en ese mismo punto (ignore la masa del asiento).

    R: a)$v = \sqrt{(l/m)(2T - mg)}$, b)$N = 2T$.

32. Una cubeta de agua gira en un círculo vertical de 1 m de radio. ¿Cuál es la rapidez mínima de la cubeta en la parte superior del círculo si no se derrama el agua?

    R: $v = 3{,}13\,\text{m/s}$.

Misceláneos

33. Una masa M se mantiene fija mediante una fuerza aplicada $\mathbf{F}$ y un sistema de poleas, como se ilustra en la figura 5. Las poleas tienen masa y fricción despreciables. Encuentre:

    a) La tensión en cada sección de la cuerda, T_1, T_2, T_3, T_4 y T_5.

    b) La magnitud de $\mathbf{F}$.

    R: T_1=T_2=T_3=$m \cdot g/2$, T_4=$3m \cdot g/2$, T_5=$m \cdot g$, F=$m \cdot g/2$.

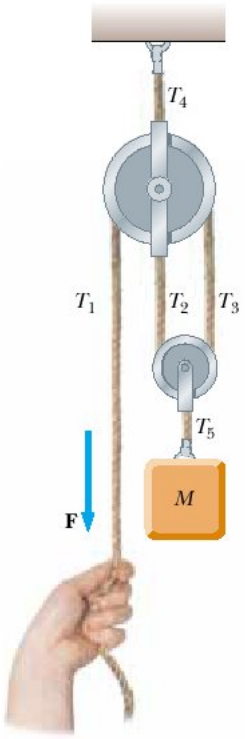

Figura 7:

34. Un bloque de 2 kg se sitúa sobre la parte superior de un bloque de 5 kg. El coeficiente de fricción cinético entre el bloque de 5 kg y la superficie es de 0.2. Una fuerza horizontal **F** se aplica al bloque de 5 kg.

    a) Dibuje un diagrama de cuerpo libre para cada bloque. ¿Qué fuerza acelera al bloque de 2 kg?.

    b) Calcule la magnitud de la fuerza necesaria para jalar ambos bloques a la derecha con una aceleración de 3 m/s^2.

    c) Encuentre el coeficiente mínimo de fricción estático entre los bloques para que el bloque de 2 kg no se deslice bajo una aceleración de 3 m/s^2.

    R: b) 34.7 N , c) 0.306.

35. Un bloque de 5 kg se coloca sobre un bloque de 10 kg (figura 6). Una fuerza horizontal de 45 N se aplica al bloque de 10 kg, y el bloque de 5 kg se amarra a la pared. El coeficiente de fricción cinético entre las superficies móviles es 0.2.

    a) Dibuje el diagrama de cuerpo libre para cada bloque e identifique las fuerzas de acción y reacción entre los bloques.

    b) Determine la tensión en la cuerda y la magnitud de la aceleración del bloque de 10 kg.

    R: b) $T = 9{,}8$ N; $a = 0{,}58$ m/s^2. .

36. ¿Qué fuerza horizontal debe aplicarse al carro mostrado en la figura 7 con el propósito de que los bloques permanezcan estacionarios respecto del carro? Suponga que todas las superficies, las ruedas y la polea no tienen fricción.

    R: $F = (M + m_1 + m_2) \cdot \left(\frac{m_2 \cdot g}{m_1}\right)$

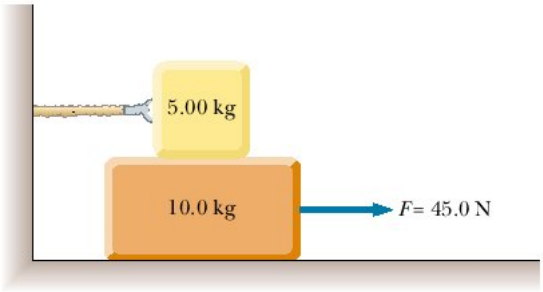

Figura 8:

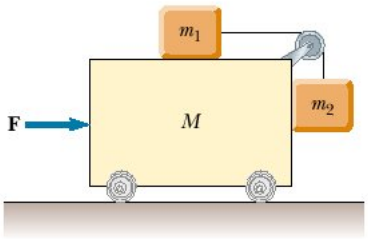

Figura 9:

37. Una patinadora sobre hielo, se mueve con una velocidad de 12 m/s hasta detenerse despúes de recorrer una distancia de 95 m. ¿Cuál es el coeficiente de roce μ entre los patines y el hielo?. R: $\mu = 0{,}0773$.

38. Dos bloques de 3.5 kg y 8 kg de masa se conectan por medio de una cuerda sin masa que pasa por una polea sin roce (figura 8). Las pendientes son sin fricción. Encuentre:

    a) La magnitud de la aceleración de cada bloque.

    b) La tensión en la cuerda.

    R: a) 2.2 m/s^2 ; b) 27.37 N .

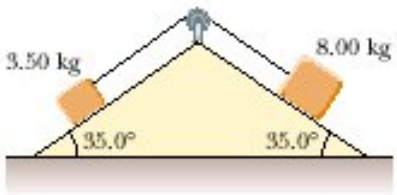

Figura 10: