

**Universidad de Chile**  
**Facultad de Ciencias**  
**Departamento de Física**

**Mecánica I**

Guía Nº 5  
Semana del 25 de Mayo de 2009

Profesor: Eduardo Menendez <sup>1</sup>  
Ayudantes: Carolina Espinoza  
Roberto Navarro <sup>2</sup>  
Rodrigo Pedrasa

1. Un bloque de 15,0 kg es arrastrado sobre una superficie horizontal rugosa por una fuerza de 70,0 N que actúa a  $20,0^\circ$  arriba de la horizontal. El bloque es desplazado 5,00 m y el coeficiente de fricción cinética es de 0,300. Encuentre el trabajo realizado sobre el bloque por:
  - a) La fuerza de 70N.
  - b) La fuerza normal.
  - c) La fuerza gravitacional.
  - d) ¿Cuál es el aumento en energía interna del sistema bloque-superficie debido a la fricción?.
  - e) Encuentre el cambio total en la energía cinética del bloque.
2. Se mide en forma convencional en calorías así como en joules. Una caloría en nutrición es una kilocaloría, definida como  $1 \text{ Kcal} = 4186 \text{ J}$ . Metabolizar un gramo de grasa puede liberar 9,00 Kcal. Una estudiante decide tratar de perder peso con ejercicio. Ella planea subir y bajar escaleras en un estadio de futbol tan rápido como pueda y tantas veces como sea necesario. ¿Es esto en si una forma practica de perder peso? Para evaluar el programa suponga que ella sube un tramo de 80 escalones, cada uno de 0,150 m de alto en 65,0 s. Para mayor sencillez, no haga caso de la energía que ella usa para bajar (que es poca). Suponga que una eficiencia típica para los músculos de nuestro cuerpo es 20 %, lo cual significa que cuando convertimos 100 J de grasa metabólica, 20 J van a realizar trabajo mecánico (aquí, subir escaleras). El resto entra a energía interna. Suponga que la masa de la estudiante es 60,0 kg:
  - a) ¿Cuántas veces debe ella subir por la escalera para perder una libra de grasa?
  - b) ¿Cuál es su potencia de salida promedio en watts y en caballos de potencia, cuando sube por las escaleras?
3. Cuando corre una persona disipa una cantidad de 0,600 J de energía mecánica por paso por kilogramo de masa corporal. Si un corredor de 60,0 kg disipa una potencia de 70,0 W durante una carrera. ¿Con que rapidez esta corriendo la persona? Suponga que un paso de la carrera es de 1,50 m de largo.
4. Una partícula de 4,00 kg se mueve a lo largo del eje x. Su posición varia con el tiempo según  $x = t + 2,00t^3$ , donde x esta en metros y t en segundos. Encuentre:
  - a) La energía cinética en cualquier tiempo t.
  - b) La aceleración de la partícula y la fuerza que actúa sobre ella en el tiempo t.
  - c) La potencia que es entregada a la partícula en el tiempo t.
  - d) El trabajo realizado sobre la partícula en el intervalo  $t=0$  a  $t=2,00$  s.

5. Cuando el conductor pisa el pedal del acelerador, un coche de masa 1160 kg acelera desde el reposo. Durante los primeros pocos segundos de movimiento, la aceleración del coche aumenta con el tiempo según la expresión:

$$a = (1,16\text{m/s}^3)t - (0,210\text{m/s}^4)t^2 + (0,240\text{m/s}^5)t^3$$

- a) ¿Qué trabajo es realizado por las ruedas sobre el coche durante el intervalo de  $t=0$  a  $t=2,50$  s?  
b) ¿Cuál es la potencia de salida de las ruedas en el instante  $t=2,50$  s?
6. Dos fuerzas constantes actúan sobre un cuerpo de 5,00 kg que se mueve en el plano xy; como se ve en la Figura 1. La fuerza  $\mathbf{F}_1$  es 25,0 N a  $35,0^\circ$ , mientras que  $\mathbf{F}_2$  es 42,0 N a  $150^\circ$ . En el tiempo  $t=0$ , el cuerpo está en el origen y tiene velocidad  $(4,00\hat{i} + 2,50\hat{j})$  m/s.

- a) Expresar las dos fuerzas en notación de vectores unitarios.

Use notación de vectores unitarios para el resto de las respuestas.

- b) Encuentre la fuerza total sobre el cuerpo.  
c) Encuentre la aceleración del cuerpo.

Ahora considere el instante  $t=3$  s.

- d) Encuentre la velocidad del cuerpo.  
e) Encuentre su localización.  
f) Encuentre su energía cinética a partir de  $\frac{1}{2}mv^2$ .  
g) Encuentre su energía cinética a partir de  $\frac{1}{2}mv_i^2 + \sum \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{r}$ .
7. Cuando limpia un lote de estacionamiento, un quitanieves empuja frente a sí un montón siempre creciente de nieve. Suponga que un coche que se mueve en aire se modela de manera semejante a un cilindro que empuja un tapón creciente de aire frente a sí. El aire originalmente estacionario se pone en movimiento a una rapidez constante  $v$  del cilindro, como se ve en la Figura 2. En un intervalo de tiempo  $\Delta t$ , un nuevo disco de masa  $\Delta m$  debe ser movido una distancia  $v\Delta t$  y por lo tanto debe recibir una energía cinética de  $\frac{1}{2}(\Delta m)v^2$ . Usando este modelo, muestre que la pérdida de potencia del coche debida a la resistencia del aire es  $\frac{1}{2}\rho Av^3$  y que la fuerza resistiva que actúa sobre el mismo es  $\frac{1}{2}\rho Av^2$ , donde  $\rho$  es la densidad del aire. Compare este resultado con la expresión empírica  $\frac{1}{2}D\rho Av^2$  para la fuerza resistiva.
8. Un bloque de 200 g está presionado contra un resorte de constante de fuerza 1,40 kN/m hasta que el bloque comprime el resorte 10,0 cm. El resorte descansa en el fondo de una rampa inclinada a  $60,0^\circ$  con la horizontal. Con el uso de consideraciones de energía, determine cuánto sube el bloque por la rampa antes de detenerse:
- a) Si no hay fricción entre el bloque y la rampa.  
b) Si el coeficiente de fricción cinético es 0,400.

9. Una persona con una remota cabaña de una montaña piensa instalar su propia planta hidroeléctrica. Un arroyo cercano mide 3,00 m de ancho y 0,500 m de profundidad. Corre agua a 1,20 m/s sobre el borde de una catarata de 5,00 m de altura. El fabricante promete solo 25,0 % de eficiencia para convertir la energía potencial del sistema agua-tierra en energía eléctrica. Encuentre la potencia que ella puede generar. (Las plantas hidroeléctricas a gran escala, con una caída mucho mayor, son más eficientes)

10. A las 11:00 horas del 7 de septiembre de 2001, más de un millón de niños de escuelas inglesas saltaron durante un minuto. El interés de todo el plan del “salto gigante” estaba sobre terremotos, pero estaba integrado con muchos otros temas, por ejemplo ejercicio, geografía, cooperación, hipótesis de exámenes y establecer marcas mundiales. Los niños construyeron sus propios sismógrafos, que registraron efectos locales.

a) Encuentre la energía mecánica liberada en el experimento. Suponga que 1.050.000 niños de masa promedio de 36,0 kg saltan doce veces cada uno, levantando sus centros de masa unos 25,0 cm cada vez y descansando brevemente entre un salto y el siguiente. La aceleración de caída libre en Gran Bretaña es de  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

b) Casi toda la energía se convirtió muy rápidamente en energía interna dentro de los cuerpos de los niños y de los pisos de los edificios escolares. De la energía que se propaga en el suelo, la mayor parte produce vibraciones de alta frecuencia en “micro temblores” que se amortiguan con gran rapidez y no pueden recorrer mucho. Suponga que 0,01 % de la energía es transportada a distancia por una onda sísmica de largo alcance. La magnitud de un temblor en la escala Richter esta dada por

$$M = \frac{\log(E) - 4,8}{1,5},$$

donde  $E$  es la energía de la onda sísmica en Joules. Según este modelo ¿Cuál es la magnitud del temblor de demostración? (No registro ruido de fondo en otros países ni en la Bóveda Sísmica de Wolverton, Hampshire.)

11. Dave Johnson, el ganador de la medalla de bronce en los Juegos Olímpicos de 1992 en Barcelona, se levantó del suelo en la competencia de salto de altura con componente de 6,00 m/s en velocidad vertical. ¿Cuánto sube su centro de masa cuando hace el salto?

12. Un péndulo simple, esta formado por un objeto suspendido por una cuerda. Se supone que el objeto es una partícula. La cuerda con su extremo superior fijo, tiene masa insignificante y no se estira. En ausencia de fricción con el aire, el sistema oscila en un sentido y otro en un plano vertical. Si la cuerda mide 2,00 m de largo y forma un ángulo inicial de  $30,0^\circ$  con la vertical, calcule la rapidez de la partícula:

a) En el punto más bajo de su trayectoria.

b) Cuando el, ángulo es de  $15,0^\circ$ .

13. Dos objetos están conectados por una cuerda ligera que pasa sobre una polea ligera sin fricción como en la Figura 3. El objeto de masa  $m_1$  se suelta desde el reposo a una altura  $h$ . Usando el principio de conservación de energía:

a) Determine la rapidez de  $m_2$ , precisamente cuando  $m_1$  llega al suelo.

b) Calcule las aceleraciones.

c) Encuentre la altura máxima a la que sube  $m_2$ .

14. Una fuerza actúa sobre una partícula que se mueve en el plano  $xy$  esta dada por  $\mathbf{F} = (2y\hat{i} + x^2\hat{j})$  N, donde  $x$  e  $y$  son en metros. La partícula se mueve del origen a una posición final que tiene coordenadas  $x = 5,00$  m e  $y = 5,00$  m, como en la Figura 4. Calcule el trabajo realizado por  $\mathbf{F}$  a lo largo de:
- OAC.
  - OBC.
  - OC.
  - ¿Es  $\mathbf{F}$  conservativa o no conservativa? Explique.
15. Un nadador de 70,0 kg salta de una torre de 10,0 m y cae en línea recta en el agua. Si el llega al reposo 5,00 m bajo la superficie del agua, determine la fuerza de resistencia promedio ejercida por el agua sobre el nadador.
16. Un bloque de 5,00 kg se pone en movimiento hacia arriba en un plano inclinado con una rapidez inicial de 8,00 m/s (Figura 5). El bloque se detiene después de recorrer 3,00 m a lo largo del plano, que esta inclinado en un ángulo de  $30,0^\circ$  con la horizontal. Para este movimiento determine:
- El cambio en la energía cinética del bloque.
  - El cambio de la energía potencial del sistema bloque-tierra.
  - La fuerza de fricción ejercida sobre el bloque (supuesta constante).
  - ¿Cuál es el coeficiente de fricción cinética?
17. Una sola fuerza conservativa que actúa sobre una partícula varía como  $\mathbf{F} = (-Ax + Bx^2)\hat{i}$  N, donde A y B son constantes y  $x$  esta en metros.
- Calcule la función de energía potencial  $U(x)$  asociada con esta fuerza, tomando  $U(0) = 0$ .
  - Encuentre el cambio en energía potencial y el cambio en energía cinética cuando la partícula se mueve de  $x = 2,00$  m a  $x = 3,00$  m.
18. Una función de energía potencial para una fuerza bidimensional es de la forma  $U = 3x^3y - 7x$ . Encuentre la fuerza que actúa en el punto  $(x,y)$ .
19. Una partícula se mueve a lo largo de una línea donde la energía potencial de su sistema depende de su posición  $r$  como se gráfica en la Figura 7. En el límite cuando  $r$  aumenta sin límite,  $U(r)$  se aproxima a +1 J.
- Identifique cada posición de equilibrio para esta partícula. Indique si cada una es un punto de equilibrio para estable, inestable o neutro.
  - La partícula estará enlazada si la energía total del sistema ¿esta en que rango?.
- Ahora suponga que el sistema tiene energía  $-3$  J. Determine:
- El rango de posiciones donde la partícula se puede hallar.
  - Su máxima energía cinética .
  - La ubicación donde tiene máxima energía cinética.

20. Un bloque se desliza hacia abajo por una vía curva sin fricción y luego hacia arriba de un plano inclinado, como en la Figura 6. El coeficiente de fricción cinético entre el bloque y el plano es  $\mu_k$ . Use métodos de energía para demostrar que la altura máxima alcanzada por el bloque es

$$y_{max} = \frac{h}{1 + \mu_k \cot(\theta)}$$

21. Un bloque de 10,0 kg se suelta desde el punto **A** en la Figura 8. La vía es sin fricción, excepto en la porción entre los puntos **B** y **C**, que tiene una longitud de 6,00 m. El bloque baja por la vía, golpea un resorte de constante de fuerza 2250 N/m, y comprime el resorte 0,300 m desde su posición de equilibrio, antes de detenerse momentáneamente. Determine el coeficiente de fricción cinético entre el bloque y la superficie rugosa entre **B** y **C**.
22. Una cadena uniforme de longitud 8,00 m inicialmente esta estirada sobre una mesa horizontal.
- Si el coeficiente de fricción estática entre cadena y mesa es 0,600, demuestre que la cadena empezara a deslizarse cayendo de la mesa si al menos 3,00 m de ella cuelgan del borde de la mesa.
  - Determine la rapidez de la cadena cuando toda ella sale de la mesa, dado que el coeficiente de fricción cinética entre la cadena y la mesa es 0,400.

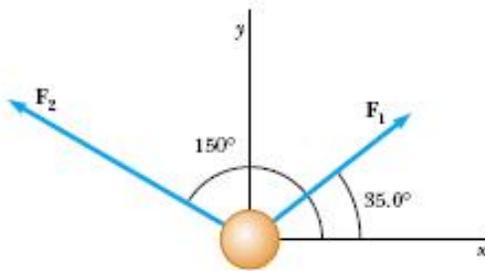


Figura 1: Dos fuerzas.

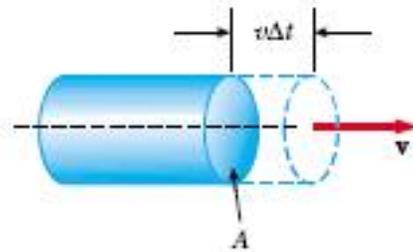


Figura 2: Modelo de quitanieves.

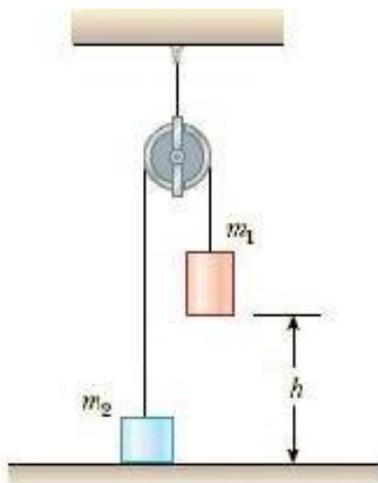


Figura 3: Dos objetos, cuerda y polea.

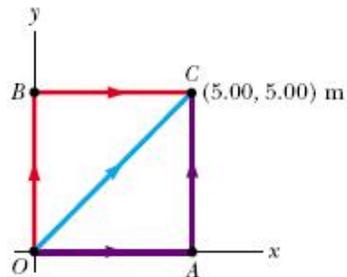


Figura 4: Fuerza en un grafico.

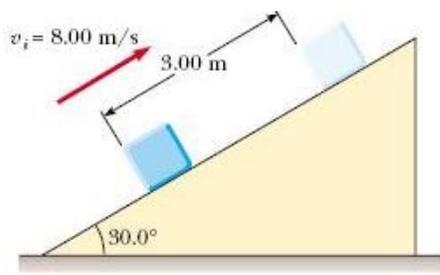


Figura 5: Bloque en plano inclinado.

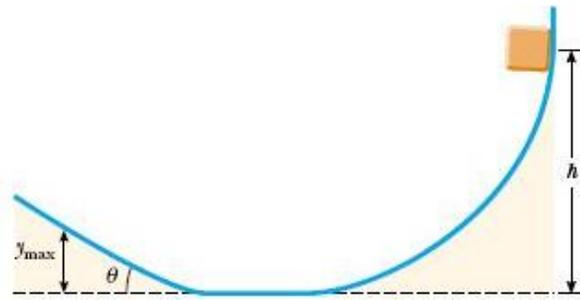


Figura 6: Vía curva sin fricción.

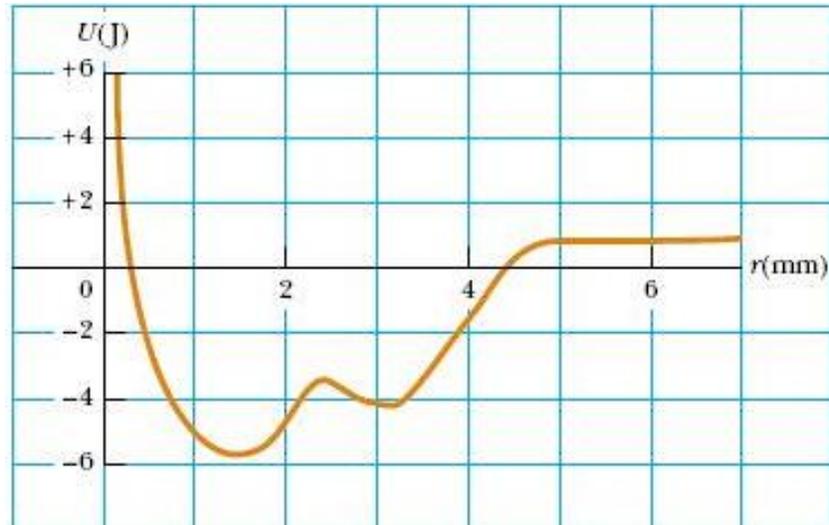


Figura 7: Gráfico energía potencial.

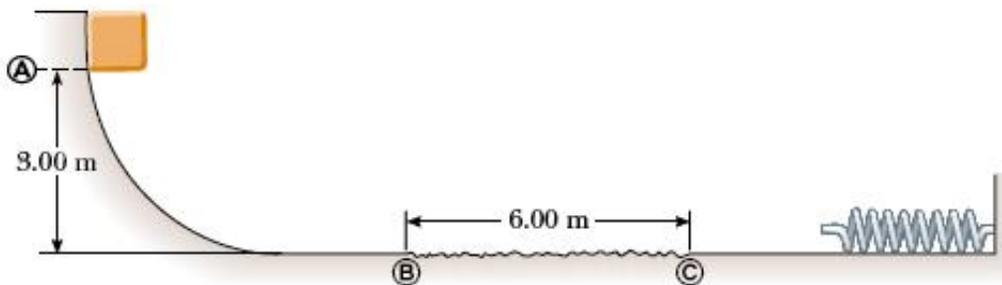


Figura 8: Vía con y sin rose y resorte.

<sup>1</sup><http://macul.ciencias.uchile.cl/emendez/docencia/mecanica-I/>

<sup>2</sup><http://zeth.ciencias.uchile.cl/navarro>