

IMPULSO

1.1 ¿Qué es el impulso mecánico?

El impulso de una fuerza \mathbf{F} es igual al **cambio** en el momento de la partícula. Supongamos que una fuerza \mathbf{F} actúa sobre una partícula y que esta fuerza puede variar con el **tiempo**. Según la segunda Ley de Newton;

$$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \quad (1)$$

Donde:

F : fuerza que actúa sobre la partícula, N

Δp : cambio de cantidad de movimiento, kg.m

Δt : cambio de tiempo, s

Despejando Δp de la ecuación 1

$$\Delta\vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t \quad (2)$$

La cantidad del lado derecho recibe el nombre de impulso de la fuerza para el intervalo $\Delta t = t_f - t_i$.

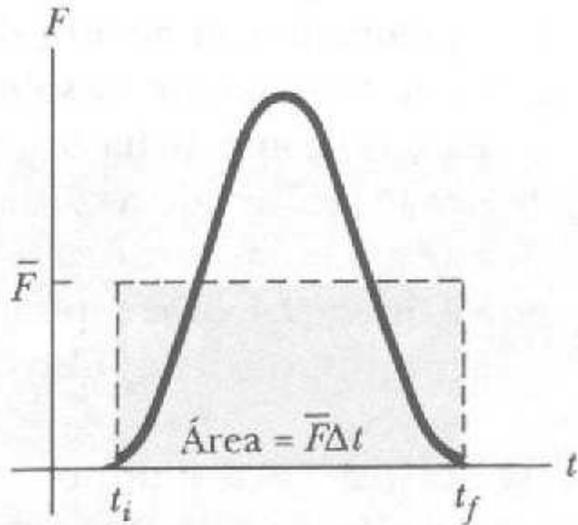


Figura 1. Una fuerza que actúa sobre una partícula puede variar en el tiempo. El impulso es el área bajo la curva fuerza contra tiempo. La fuerza promedio [línea horizontal interrumpida] da el mismo impulso a la partícula en el tiempo t que la fuerza variable en el tiempo descrito inicialmente.

Las unidades del impulso mecánico en el [sistema](#) internacional es Kg.m/s.

1.8 Conservación del momento lineal

"El momento total de un sistema aislado es igual en todo momento a su momento inicial". En el estudio de colisiones, el momento lineal es de gran importancia, pues el momento total de un sistema exactamente antes del choque es igual al momento total de un sistema justo después del choque.

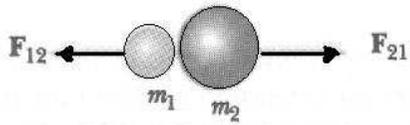


Figura 5. El choque de dos objetos como resultado de contacto físico directo.

Cuando dos partículas de masas, m_1 , y, m_2 chocan como muestra la Figura 5, las fuerzas impulsivas pueden variar en el tiempo de complicadas maneras, una de las cuales se describe en la Figura 6.

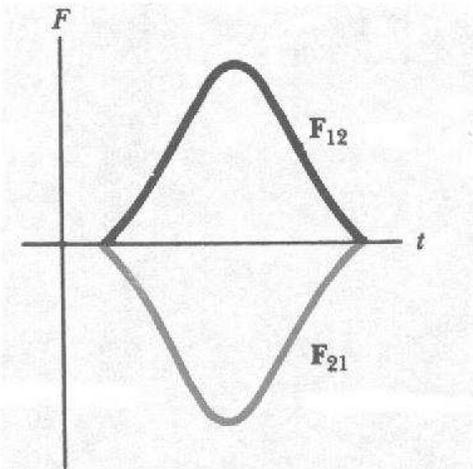


Figura 6. Las fuerzas de impulso como una función del tiempo para las dos partículas en choque descrita en la Figura 5.

Advierta en la Figura 5, que $\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$. Si \mathbf{F}_{12} es la fuerza ejercida sobre m_1 , por m_2 , y suponemos que no actúan fuerzas externas sobre las partículas, entonces el cambio en el momento de m_1 debido al choque está dado por la ecuación:

$$\Delta p_1 = F_{12}\Delta t$$

Donde:

ΔP_1 : variación del momento lineal que experimenta la bola 1, kg.m/s

F_{12} : fuerza ejercida sobre m_1 por m_2 , N

Δt : diferencial de tiempo, s

Del mismo modo, si \mathbf{F}_{21} es la fuerza ejercida sobre m_2 por m_1 , el cambio en el momento de m_2 es:

$$\Delta p_2 = F_{21}\Delta t$$

Donde:

ΔP_2 : variación del momento lineal que experimenta la bola 2, kg.m/s

F_{21} : fuerza ejercida sobre m_2 por m_1 , N

Δt : diferencial de tiempo, s

Como la tercera Ley de Newton (Ley de acción y reacción) establece que la fuerza ejercida sobre m_1 por m_2 es igual y opuesta a la fuerza ejercida sobre m_2 por m_1 , entonces:

$$\Delta p_1 + \Delta p_2 = 0 \quad (3)$$

Donde:

ΔP_1 : variación del momento lineal que experimenta la bola 1, kg.m/s

ΔP_2 : variación del momento lineal que experimenta la bola 2, kg.m/s

Puesto que el momento total del sistema es $p_{\text{total}} = p_1 + p_2$, se concluye que el cambio en el momento del sistema debido al choque es cero.

1.9 Tipología de las colisiones

Una colisión inelástica es una en la cual la energía cinética total no es constante [aun cuando el momento es constante]. Cuando dos objetos chocan y quedan enganchados, se mueven con cierta velocidad común después del choque; ello se conoce como choque perfectamente inelástico.

Durante una colisión elástica la energía cinética total es constante [así como el momento]. Los choques de bolas de billar, y los de moléculas de aire con las paredes de un recipiente a [temperatura](#) ordinaria son muy elásticos.

1 Choques en una dimensión

1.1 Choque elástico

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2, \quad v_i(u_i): \text{velocidad inicial(final)}$$
$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$$

Reordenando las ecuaciones:

$$m_1(v_1 - u_1) = m_2(u_2 - v_2) \tag{4}$$

$$m_1(v_1^2 - u_1^2) = m_2(u_2^2 - v_2^2)$$

$$v_1 + u_1 = v_2 + u_2 \tag{5}$$

Resolviendo (4) y (5) se tiene que:

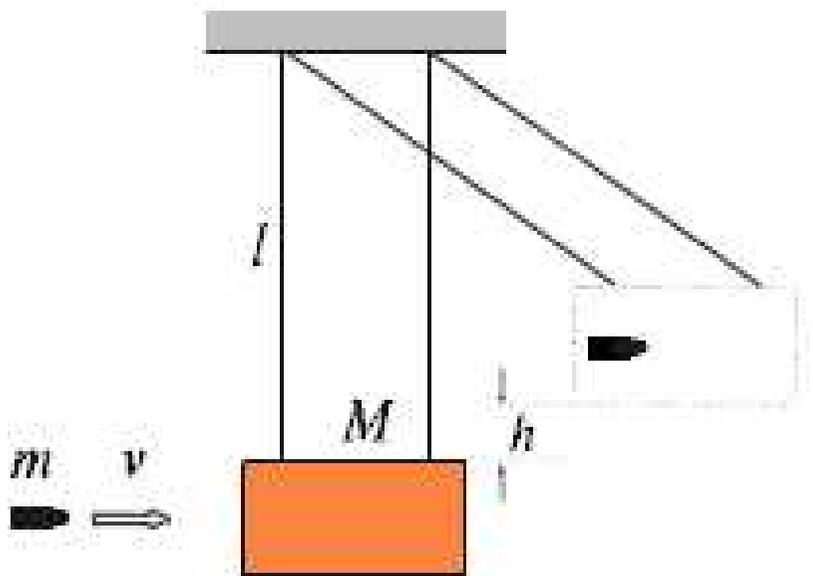
$$m_1(v_1 - v_2 - u_2 + v_1) = m_2(u_2 - v_2)$$
$$(m_1 + m_2)u_2 = 2m_1v_1 + (m_2 - m_1)v_2$$
$$u_2 = \frac{2m_1v_1 + (m_2 - m_1)v_2}{m_1 + m_2}, \quad u_1 = \frac{2m_2v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}$$

1.2 Choque Totalmente Inelástico

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{u}$$
$$\vec{u} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{m_1 + m_2}$$

2 Péndulo Balístico

El **péndulo balístico** es un dispositivo que permite determinar la velocidad de un proyectil.



Este péndulo está constituido por un bloque grande de madera, de masa M , suspendido mediante dos hilos verticales, como se ilustra en la figura. El proyectil, de masa m , cuya velocidad v se quiere determinar, se dispara horizontalmente de modo que choque y quede incrustado en el bloque de madera. Si el tiempo que emplea el proyectil en quedar detenido en el interior del bloque de madera es pequeño en comparación con el período de oscilación del péndulo (basta con que los hilos de suspensión sean suficientemente largos), los hilos de suspensión permanecerán casi verticales durante la colisión. Supongamos que el centro de masa del bloque asciende a una altura h después de la colisión. Entonces, conocidos las masas del proyectil y del bloque y el ascenso de este después del choque, la velocidad del proyectil viene dada por:

$$v = \left(1 + \frac{M}{m}\right) \sqrt{2gh}$$

En efecto:

i) Conservación de momentum lineal en el choque:

$$mv = (m + M)V$$
$$V = \frac{m}{m + M}v$$

ii) Conservación de la energía después del choque:

$$\frac{1}{2}(m + M)V^2 = (m + M)gh$$
$$\frac{1}{2}V^2 = gh$$

Combinando los dos resultados:

$$\frac{1}{2}\left(\frac{m}{m + M}\right)^2 v^2 = gh$$
$$v = \sqrt{2gh}\left(1 + \frac{M}{m}\right)$$

PROBLEMAS PROPUESTOS CON RESPUESTAS

1. Si una persona saca de un pozo una cubeta de 20 Kg y realiza 6,00 KJ de trabajo, ¿cuál es la profundidad del pozo?. Suponga que la velocidad de la cubeta permanece constante cuando se levanta. **Sol.** 30,58 m
2. Un bloque de 2,5 Kg de masa es empujado 2,2 m a lo largo de una mesa horizontal, sin fricción, por una fuerza constante de 16 N dirigida a 25° debajo de la horizontal. Encuentre el trabajo efectuado por:
 - La fuerza aplicada. **Sol.** 31,90 J

- La fuerza normal ejercida por la mesa. **Sol.** 0 J
 - La fuerza de la gravedad. **Sol.** 0 J
 - La fuerza sobre el bloque. **Sol.** 31,90 J
1. Una fuerza $\mathbf{F} = (6\mathbf{i} - 2\mathbf{j})$ N actúa sobre una partícula que experimenta un desplazamiento $\mathbf{s} = (3\mathbf{i} + \mathbf{j})$ m. Encuentre:
 - El trabajo realizado por la fuerza sobre la partícula. **Sol.** 16 J
 - El ángulo entre \mathbf{F} y \mathbf{s} . **Sol.** $36,86^\circ$
 1. Si se necesita 4 J de trabajo para alargar 10 cm un resorte que cumple la Ley de Hooke a partir de su longitud no deformada, determine el trabajo extra necesario para extenderlo 10 cm adicionales. **Sol.** 4 J
 2. Un mecánico empuja un auto de 2.500 Kg desde el reposo hasta una velocidad v , efectuando 5.000 J de trabajo en el proceso. Durante ese tiempo, el auto se mueve 25 m. Ignore la fricción entre el auto y el camino, y encuentre:
 - ¿Cuál es la velocidad final, v del auto? **Sol.** 2 m/s

- ¿Cuál es el valor de la fuerza horizontal ejercida sobre el auto? **Sol.** 200 N
1. Un marino de 700 N en un **entrenamiento** básico sube por una cuerda vertical de 10 m a una velocidad constante en 8 s. ¿Cuál es la potencia de salida? **Sol.** 875 W
 2. Una partícula de 4 Kg se mueve a lo largo del eje x: Su posición varia con el tiempo de acuerdo con $x(t) = t + 2t^3$, donde x se mide en metros y t en segundos. Encuentre,
 - La energía cinética en cualquier tiempo t
 - La aceleración de la partícula y la fuerza que actúa sobre ella en el tiempo t
 - El trabajo efectuado sobre la partícula en el intervalo $t = 0$ a $t = 2$ s. **Sol.** 48 J
 1. Una fuerza constante actúa durante un minuto sobre un cuerpo de 3 N comunicándole una velocidad de 2 m/s. Hallar la energía cinética adquirida por el cuerpo y el valor de la fuerza. **Sol.** 0,01 N
 2. Calcular la fuerza promedio ejercida por los gases de la pólvora sobre un proyectil de 8 N que adquiere, al salir del tubo de 3 m de longitud, una velocidad de 600 m/s **Sol.** 48.929,6 N

3. Hallar la potencia desarrollada por un hombre que arrastra un peso de 100 N a una velocidad de 1 m/s, ejerciendo una fuerza que forma un ángulo de 20° con la horizontal y sabiendo que el coeficiente de rozamiento es igual a 0,9. **Sol.** 67.8 W

Sol:

$$\begin{aligned}
 F \cos \theta - F_r &= 0, & F \sin \theta + N - m g &= 0 \\
 F_r &= \mu N, & F \cos \theta &= \mu(m g - F \sin \theta) \quad , \\
 F &= \frac{m g \mu}{\cos \theta + \mu \sin \theta}, & P = \vec{F} \cdot \vec{v} &= \frac{m g \mu v \cos \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta} = \frac{m g \mu v}{1 + \mu \operatorname{tg} \theta}, \\
 P &= \frac{100 \cdot 0.9}{1 + 0.9 \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{9} \right)} = 67.8 W
 \end{aligned}$$

4. Calcular la potencia necesaria para que una máquina eleve un peso de 500 N a una altura de 2 m en 1 minuto. **Sol.** 16,7 W
5. Calcular el trabajo necesario para alargar un resorte de 20 a 30 cm de longitud, sabiendo que en equilibrio mide 10 cm y que para alargarlo 2 cm desde la posición de equilibrio hay que ejercer una fuerza de 2 N. **Sol.** 1,5 J

Sol:

$$W = \frac{1}{2}k(x_B^2 - x_A^2)$$
$$k = \frac{2}{2 \times 10^{-2}} = 100 \text{ N/m}$$
$$W = 50(0.2^2 - 0.1^2) = 1.5 \text{ J}$$

6. Una partícula de 10 Kg se mueve a lo largo del eje x: Su posición varia con el tiempo de acuerdo con $x(t) = t^2 + 20t^4 + t^5$, donde x se mide en metros y t en segundos. Encuentre,

- La energía cinética en cualquier tiempo t. **Sol.** $10 (2t + 80t^3 + 5t^4)^2$
 - La aceleración de la partícula y la fuerza que actúa sobre ella en el tiempo t. **Sol.** $10 (2 + 240t^2 + 20t^3)$
 - El trabajo efectuado sobre la partícula en el intervalo $t = 0$ a $t = 2$ s.
1. Calcular el trabajo necesario para alargar un resorte de 10 a 50 cm de longitud, sabiendo que en equilibrio mide 10 cm y que para alargarlo 2 cm hay que ejercer una fuerza de 250 N **Sol.** 156.250 J

2. Una partícula de 10 Kg se mueve a lo largo del eje x: Su posición varia con el tiempo de acuerdo con $x(t) = t^{-2} + 20t^3 + t^3$, donde x se mide en metros y t en segundos. Encuentre,
- La energía cinética en cualquier tiempo t. **Sol.** $10 \left(-2/t^3 + 63t^2 \right)^2$
 - La aceleración de la partícula y la fuerza que actúa sobre ella en el tiempo t. **Sol.** $6/t^4 + 126t$; $10 \left(6/t^4 + 126t \right)$
 - El trabajo efectuado sobre la partícula en el intervalo $t = 0$ a $t = 1$ s.
1. Un bulto de 400 Kg de masa se eleva hasta una plataforma a una altura de 1,5 m por medio de un plano inclinado de 6 m de longitud. Calcular la fuerza, paralela al plano, que es necesaria aplicar y el trabajo realizado, suponiendo que no existe rozamiento. **Sol.** 951,709 N; 5.881,561 J
2. Un péndulo simple está constituido por una esfera de 10 Kg de masa y un hilo de 1 m de longitud. Calcular:
- El trabajo necesario para desplazar el péndulo desde la posición vertical a la horizontal. **Sol.** 98,1 J

- La velocidad y la energía cinética en el instante en que pasa por la posición más baja de la trayectoria, cuando se le abandona a sí mismo a partir de la posición horizontal. **Sol.** 4,43 m/s; 98,1 J
1. Un ascensor de 2 Toneladas de masa se eleva desde la planta baja y cuando pasa por el cuarto piso, situado a una altura de 20 m, su velocidad es de 3 m/s. Suponiendo que la fuerza de rozamiento es constante e igual a 50 N. Calcúlese el trabajo realizado por el mecanismo de elevación. **Sol.** 402.400 J
 2. Hallar la resistencia media de una pared sabiendo que un martillo de 2 Kg, con una velocidad horizontal de 6 m/s, introduce en ella un clavo que penetra 15 mm. **Sol.** 4800 N
 3. Calcular la fuerza constante de arrastre que hay que aplicar a un tren de 500 Toneladas para que después recorrer un tramo de 1 Km sobre una vía horizontal su velocidad sea de 70 Km/h. Se supone de rozamiento es constante e igual a 5 N/Tonelada. **Sol.** 9.678,4 N
 4. Un vagón de mercancías de 75 Toneladas de masa es arrastrado por una fuerza constante de 500 N para subir un tramo de 1500 m de longitud con una pendiente del 0,75 %. Suponiendo que la velocidad inicial es de 15 m/s y que la fuerza de rozamiento es de 4 N/Tonelada, calcúlese la velocidad al final del tramo. **Sol.** 3,55 m/s

5. Hallar la potencia desarrollada por un hombre que arrastra un cuerpo de 100 Kg a una velocidad de 1 m/s, ejerciendo una fuerza que forma un ángulo de 20° con la horizontal y sabiendo que el coeficiente de rozamiento es igual a 0,9. **Sol.** 882,9 W
6. Calcular el trabajo necesario para alargar un resorte de 20 a 30 cm de longitud, sabiendo que en equilibrio mide 10 cm y que para alargarlo 2 cm hay que ejercer una fuerza de 2 N. **Sol.** 2,5 J
7. Se lanza un bloque hacia la parte superior de un plano inclinado que forma un ángulo de 30° con la horizontal con una velocidad de 15 m/s. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento es igual a 0,4. Calcúlese:
- La velocidad del bloque cuando vuelve al punto de partida. **Sol.** 6,389 m/s
 - El tiempo que invierte en ascender y descender por el plano. **Sol.** 6,046 s
1. Una losa de mármol de 2 m de longitud y 250 Kg de masa está apoyada sobre una pared horizontal. Calcular el trabajo que hay que realizar para ponerla en posición vertical. **Sol.** 2.452,5 J
2. Una fuerza horizontal de 10 N impulsa a un cuerpo de 25 N a lo largo de 30 m sobre una superficie horizontal. Siendo el coeficiente de rozamiento cinético igual a 0,1. Hállese los trabajos realizados contra las fuerzas de rozamiento

y de la gravedad. Indique que **clase** de energía adquiere el cuerpo. **Sol.** – 75 J; 0 J

3. Encuéntrese la resistencia de un terreno sabiendo que un martillo de 2 Kg de masa, con una velocidad vertical de 6 m/s introduce en él una estaca que penetra 30 mm. **Sol.** 1.200 N
4. Mediante consideraciones de trabajo y energía, demuestre que la mínima distancia que requiere para detenerse un auto de masa **m** que se mueve con una velocidad **v** en un plano completamente horizontal es

$$\frac{v_0^2}{2\mu g}$$

Siendo μ el coeficiente de fricción estático entre las llantas y el pavimento.

5. Un hombre empuja un bloque de 270 N recorriendo 9,1 m a lo largo de un piso horizontal, con rapidez constante y con una fuerza inclinada a 45° por debajo de la horizontal. Si el coeficiente de fricción cinética es de 0,20. ¿Cuál es el trabajo efectuado por **el hombre** sobre el bloque. **Sol.** 610 J
6. Se usó una cuerda par descender verticalmente una distancia **d**, con una aceleración constante hacia debajo de $g/4$, a un bloque de masa **M**. Encontrar el trabajo efectuado por la cuerda sobre el bloque. **Sol.** $\frac{-3Mgd}{4}$

7. ¿Desde que altura tendría que caer un automóvil para ganar la energía cinética equivalente a la que hubiese tenido corriendo a 97 km/h? **Sol.** 37 m
8. Una ametralladora dispara sus proyectiles de 50 g con una rapidez de 1000 m/s. El tirador, manteniéndola en sus manos, puede ejercer una fuerza media de 180 N contra ella. Determinar el número máximo de balas que puede disparar por minuto. **Sol.** 220 balas/minutos.
9. Una vasija que esta en reposo, explota rompiéndose en tres fragmentos. Dos de ellos, que tienen igual masa, vuelan perpendicularmente entre si y con la misma rapidez de 30 m/s. El tercer fragmento tiene tres veces la masa de cada uno de los otros dos. ¿Cuál es la dirección y la magnitud de su velocidad inmediatamente después de la explosión?. **Sol.** 14 m/s a 135° respecto de cualquiera de los otros fragmentos.
10. Una pelota de masa m y de rapidez v choca perpendicularmente contra una pared y rebota sin disminuir su rapidez. Si el tiempo de colisión es t , ¿Cuál fue la fuerza promedio que ejerció la pelota contra la pared?. **Sol.** $2mv/t$
11. Una bala de 10 g pega en un péndulo balístico de 2 kg de masa. El centro de masa se eleva una distancia vertical de 12 cm. Suponiendo que la bola permanece incrustada en el péndulo, calcular la rapidez inicial. **Sol.** 310 m/s

12. Dos pelotas, A y B, que tienen masa diferentes pero desconocidas, chocan entre si. Inicialmente A esta en reposo y B tiene un rapidez v . Después de la colisión, B tiene una rapidez $v/2$ y se mueve perpendicularmente a su trayectoria original. Encontrar la dirección en la que se mueve la bola A después de la colisión. ¿Puede determinar la rapidez de A con la **información** dada?. **Sol.** 117° de la dirección final de B; No
13. Una bola, con una rapidez inicial de 10 m/s ; choca elásticamente contra dos bolas idénticas, cuyos centros están sobre una línea perpendicular a la velocidad inicial y que originalmente estaban en contacto entre si. La primera bola se apuntó directamente al punto de contacto y ninguna bola tiene fricción. Encontrar las velocidades de las tres bolas después de la colisión. **Sol.** v_2 y v_3 estarán a 30° respecto a v_0 y tendrán una magnitud de $6,9 \text{ m/s}$. v_1 estará en la dirección opuesta a v_0 y tendrá una magnitud de 2 m/s .

PREGUNTAS DE RAZONAMIENTO

- Cuando una partícula gira en círculo, una fuerza central actúa sobre ella en dirección al centro de rotación. ¿Por qué esta fuerza no efectúa trabajo sobre la partícula?
- ¿La energía cinética puede ser negativa?. Explique.

- Si la velocidad de una partícula se duplica. ¿Qué sucede con la energía cinética?
- La energía cinética de un objeto depende del marco de referencia en el cual se mide el movimiento. Brinde un ejemplo para ilustrar este punto.
- Cite dos ejemplos en los que una fuerza es ejercida sobre un objeto sin que se haga ningún trabajo sobre éste.
- ¿La energía potencial puede ser negativa alguna vez?. Explique.
- Una persona deja caer una pelota desde el techo de un edificio, mientras otra persona desde abajo observa el movimiento. ¿Coincidirán estas dos personas en el valor de energía potencial de la pelota? ¿En su transformación de energía potencial? ¿En su energía cinética?
- ¿Una fuerza externa que actúa sobre una partícula cambia necesariamente:
 1. su energía cinética
 2. su velocidad
- Una bola se lanza al aire en línea recta hacia arriba. ¿En qué posición su energía cinética es máxima? ¿En qué posición su energía potenciales máxima?

PROBLEMAS PROPUESTOS SIN RESPUESTAS

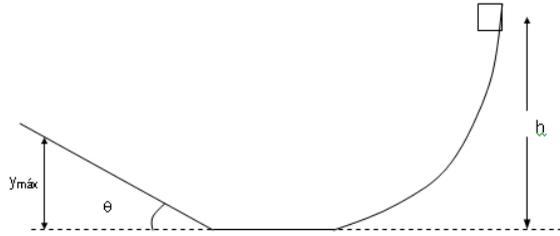
1. Dos vehículos, A y B, viajan hacia el oeste y hacia el sur, respectivamente, dirigiéndose a una misma intersección donde chocan y quedan unidos. Antes de la colisión, A (900 lb de peso) se movía con una rapidez de 40 mi/h y B (1200 lb de peso) tenía una rapidez de 60 mi/h. Encontrar la magnitud y la dirección de las velocidades de los vehículos unidos inmediatamente después de la colisión.
2. Una fuerza conservativa aislada, $F = 2x+4$ actúa sobre una partícula de 5 Kg, donde x se mide en metros y F en Newton. Cuando la partícula se mueve a lo largo del eje x , desde $x = 1$ m hasta $x = 5$ m. Calcule:
 - El trabajo efectuado por esta fuerza
 - El cambio en energía potencial
 - La energía cinética en $x = 5$ m si la velocidad en $x = 1$ m es de 3 m/s
1. Una masa de 5 Kg se une a una cuerda ligera que pasa por una polea sin fricción y sin masa. El otro extremo de la cuerda se une a una masa de 3,5 Kg. Utilice el Principio de Conservación de la Energía para determinar la velocidad final de la masa de 3 Kg después de haber caído (desde reposo) 4 m. Encuentre la altura máxima a la cual sube la masa de 3 Kg

2. Una masa de 5 Kg se une a una cuerda ligera que pasa por una polea sin fricción y sin masa. El otro extremo de la cuerda se une a una masa de 3,5 Kg. Utilice el Principio de Conservación de la Energía para determinar la velocidad final de la masa de 5 Kg después de haber caído (desde reposo) 2,5 m

3. Un bloque de 5 Kg se pone en movimiento ascendente en un plano inclinado de 30° con la horizontal. La velocidad inicial del lanzamiento es de 8 m/s. El bloque se detiene después de recorrer 3 m a lo largo del plano. Determinar:
 - El cambio de energía cinética
 - El cambio de energía potencial
 - La fuerza de fricción ejercida sobre él
 - El coeficiente de fricción cinético

1. Una masa de 3 Kg parte del reposo y se desliza por una pendiente, sin fricción de 30° , una distancia d y hace contacto con un resorte no deformado de masa despreciable. La masa se desliza 0,20 m adicionales cuando alcance momentáneamente el reposo y comprime un resorte ($K = 400 \text{ N/m}$). Encuentre la separación inicial d entre la masa y el resorte.

2. Una bala con masa m y una velocidad v penetra un árbol hasta una distancia d . Utilice consideraciones de energía para encontrar la fuerza de fricción promedio que detiene la bala. Suponga que la fuerza de fricción es constante y determine cuanto tiempo transcurre entre el momento en que la bala entra en el árbol y el momento en que se detiene.
3. Una bola de **acero** de 5 Kg se deja caer sobre una placa de **cobre** desde una altura de 10 m. Si la bola deja una abolladura de 0,32 cm de profundidad, ¿cuál es la fuerza promedio ejercida sobre la bola por la placa durante el impacto?
4. Una cantinera hace deslizar una botella de whisky sobre una barra horizontal al enviarla a un **cliente** a 7,0 m de distancia. ¿Con qué velocidad suelta la botella si el coeficiente de roce es de 0,10 y la botella se detiene frente al cliente?
5. Un paracaidista de 50 Kg de masa salta desde un avión a una altura de 1000 m y llega al suelo con una velocidad de 5,00 m/s. ¿Cuánta energía perdió por la fricción del aire durante el salto?
6. Un bloque se desliza hacia abajo por una pista curva sin fricción y después sube por un plano inclinado, como se ve en la figura. El coeficiente cinético de fricción entre el bloque y la pendiente es μ . Con **métodos** de energía demuestre que la altura máxima alcanzada por el bloque es:

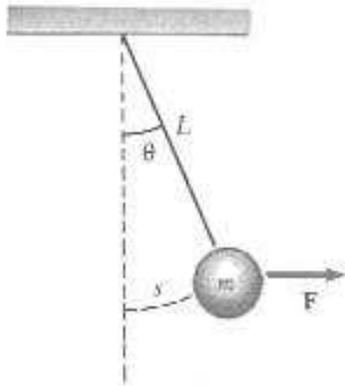


$$y_{\text{max}} = \frac{h}{1 + \mu \cotg \theta}$$

7. Hallar la potencia desarrollada por un hombre que arrastra un peso de 1.100 N a una velocidad de 1 m/s, ejerciendo una fuerza que forma un ángulo de 32° con la horizontal y sabiendo que el coeficiente de rozamiento es igual a 0,8
8. Una caja de 50 Kg inicialmente en reposo se empuja 5 m por un piso rugoso horizontal con una fuerza aplicada horizontal de 130 N. Si el coeficiente de fricción entre la caja y el piso es 0,10, encuentre:
 - El trabajo realizado por la fuerza aplicada
 - La energía cinética pérdida debido a la fricción
 - El cambio en la energía cinética de la caja

- La velocidad final de la caja
1. Una partícula de 0,4 Kg se desliza sobre una pista circular horizontal de 1.50 m de **radio**. Se le da una velocidad inicial de 8 m/s. Después de una **revolución** su velocidad se reduce a 6 m/s por causa de la fricción. Encuentre:
 - La energía pérdida por la fricción en una revolución
 - El coeficiente de fricción cinético
 - ¿Cuántas revoluciones completa la partícula antes de detenerse?
 1. Un **motor** jala una caja de 200 Kg por una superficie plana. Si el coeficiente de fricción entre la caja y la superficie es 0,60. Encuentre:
 - ¿Cuánta potencia debe entregar el motor para mover la caja a 10 m/s?
 - ¿Cuánto trabajo efectúa el motor en 3 minutos?
 1. Una pequeña esfera de masa m cuelga de una cuerda de longitud L , como se muestra en la figura adjunta. Una fuerza variable horizontal F se aplica a la

esfera de manera tal que ésta se mueve lentamente desde la posición vertical hasta que la cuerda forma un ángulo θ con la vertical. Si se considera que la esfera está siempre en equilibrio, demuestre que el trabajo desarrollado

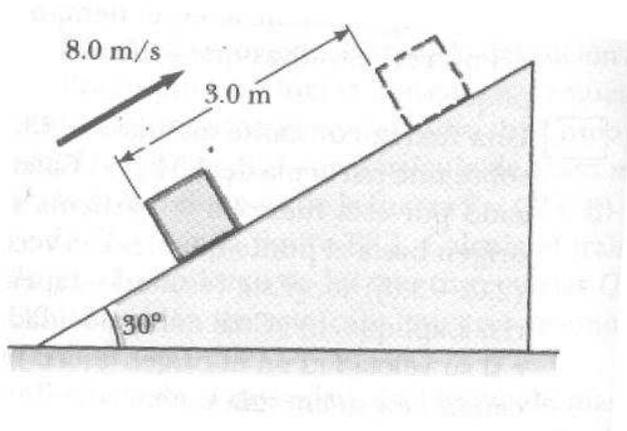


es:

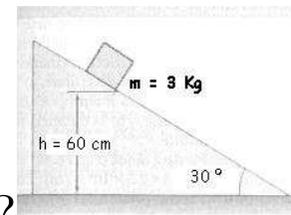
$$W = mgL(1 - \cos \theta)$$

2. A un bloque de 0,60 Kg de masa se le imprime una velocidad inicial de 8 m/s en el pie de una pendiente de 30° con la horizontal. La fuerza de fricción que retarda su movimiento es de 15 N. Si el bloque se desplaza hacia arriba de la pendiente:

- ¿Qué distancia se mueve antes de detenerse?
- ¿Deslizará hacia abajo por la pendiente?



1. El coeficiente de fricción μ entre la masa de 3 Kg y la superficie de la figura adjunta es 0,40. El sistema parte del reposo. ¿Cuál es la velocidad de la



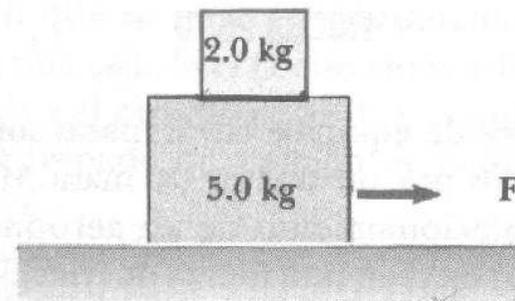
masa de 3 Kg cuando ha caído 0.60 m?

2. Una fuerza neta que varía en el tiempo actúa sobre una partícula de 4 Kg y produce en ésta un desplazamiento dado por:

$$x(t) = 2t - 3t^2 + t^3$$

Donde x esta expresado en metros y t en segundos. Encuentre el trabajo realizado sobre la partícula durante los primeros tres segundos de movimiento.

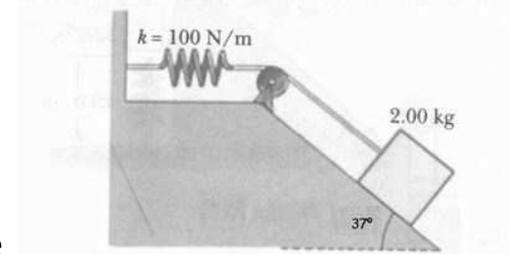
3. Un bloque de 5 Kg se pone en movimiento ascendente en un plano inclinado con una velocidad inicial de 8 m/s. El bloque se detiene después de recorrer tres metros a lo largo del plano, el cual está inclinado un ángulo de 30° respecto a la horizontal. Determine:
- El cambio en la energía cinética del bloque.
 - El cambio en su energía potencial.
 - La fuerza de fricción ejercida sobre él (supuestamente constante).
 - El coeficiente de fricción cinético.
1. Un bloque de 2 Kg se sitúa sobre la parte superior de un bloque de 5 Kg, como se muestra en la Figura adjunta. El coeficiente de fricción cinético entre el bloque de 5 Kg y la superficie es 0,20. Una fuerza horizontal F se



aplica al bloque de 5 Kg. Determine:

- Calcula la magnitud de la fuerza necesaria para jalar ambos bloques hacia la derecha con una aceleración de 3m/s^2

- Encuentre el coeficiente mínimo de fricción estático entre los bloques tal que el de 2 Kg no se deslice bajo una aceleración de 3 m/s^2
1. Un bloque de 2 Kg situado sobre una pendiente rugosa se conecta a un resorte de masa despreciable que tiene una constante de resorte de 100 N/m (ver Figura adjunta). El bloque se suelta desde el reposo cuando el resorte no está deformado, y la polea no presenta fricción. El bloque se mueve 20 cm hacia abajo de la pendiente antes de detenerse. Encuentre el coeficiente



de fricción cinético entre el bloque y la pendiente.

2. Un hombre empuja un bloque de 265 N una distancia de $9,14 \text{ m}$ en un piso completamente horizontal aplicando una fuerza inclinada 60° por debajo de la horizontal. Si el coeficiente de fricción cinético es $0,20$. Determínese el trabajo que hace el hombre sobre el bloque.
3. Un cuerpo de 150 N es empujado hacia arriba de un plano inclinado a 30° sin fricción, de $3,05 \text{ m}$ de largo, mediante una fuerza horizontal F
4. Un cuerpo de 150 N es empujado hacia arriba de un plano inclinado a 30° sin fricción, de 3.05 m de largo, mediante una fuerza horizontal F

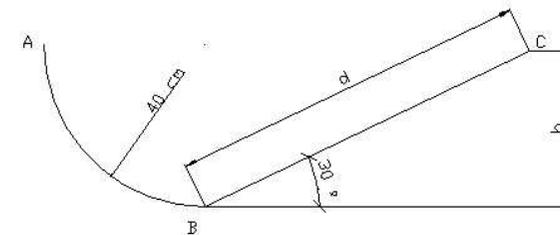
Si la velocidad en la parte inferior del plano es de $0,61 \text{ m/s}$ y en la parte superior $3,05 \text{ m/s}$ ¿Cuánto trabajo hace la fuerza F ?

- Suponga que el plano tiene fricción y que es μ de 0.15 ., ¿Qué trabajo hace esa misma fuerza?
 - ¿Cuál es la energía cinética del cuerpo en el punto más alto?
1. Un bloque de 10 Kg choca contra un resorte horizontal sin peso, de constante de fuerza 2 N/m . El bloque comprime el resorte 4 m a partir de su posición de reposo. Suponiendo que el coeficiente de fricción cinético es de $0,25$. ¿Cuál era la velocidad del bloque antes del choque?
 2. Un camión puede subir por una carretera que tiene una pendiente de 1 en 50 , con una velocidad de $24,14 \text{ Km/h}$. La fuerza de fricción es la veinticincoava parte del peso del camión. ¿Con qué rapidez se moverá el camión de bajada, aplicando la misma potencia?
 3. Un bloque de 200 g se empuja contra un resorte de constante de fuerza 1400 N/m hasta que el bloque comprime el resorte 10 cm . El resorte descansa en el pie de una rampa inclinada a 60° con la horizontal. Utilice consideraciones de energía para determinar que distancia se mueve el bloque hacia arriba de la rampa antes de detenerse:
- Si no hay fricción entre el bloque y la rampa

- Si el coeficiente de fricción cinético es 0,40
 1. Un bloque de 2 Kg se deja caer desde una altura de 40 cm sobre un resorte cuya constante K es 1.960 N/m. Hallase la longitud máxima que será comprimido el resorte.
 2. Un bloque de 1,50 Kg de masa se empuja contra un resorte horizontal de masa insignificante y K igual a 250 N/m, comprimiéndolo 0,20 m. Al soltarse el bloque se desliza sobre una mesa horizontal que tiene un μ igual a 0,30.
- ¿Qué distancia recorrerá el bloque desde su posición inicial antes de detenerse?
 1. Un hombre que va corriendo tiene la mitad de la energía cinética que lleva un muchacho que tiene la mitad de su masa. El hombre aumenta su velocidad en 1 m/s y entonces tiene la misma energía cinética que el muchacho. ¿Cuáles eran las velocidades iniciales del hombre y del muchacho?
 2. Un paquete de 0,20 Kg se libera del reposo en el punto A de una vía que forma un cuarto de círculo de radio 1,60 m. El paquete es tan pequeño relativo a dicho radio que puede tratarse como una partícula; se desliza por la vía y llega al punto B (parte última del medio círculo) con rapidez de

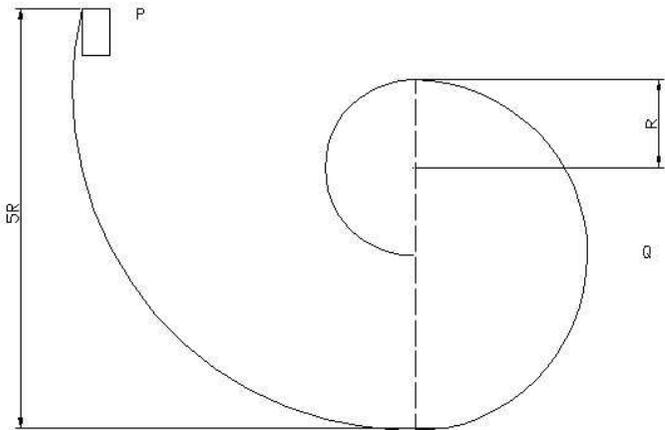
4,20 m/s. A partir de ahí, el paquete se desliza 3 m sobre una superficie horizontal hasta C, donde se detiene.

- ¿Qué coeficiente de fricción cinético tiene la superficie horizontal?
 - ¿Cuanto trabajo realiza la fricción sobre el paquete entre A y B?
1. Una fuerza de 120 N estira un resorte 0,040 m más allá de su longitud en reposo
 - ¿Qué fuerza se requiere para un estiramiento de 0,010 m?
 - Para una compresión de 0,080 m
 - ¿Cuanto trabajo debe efectuarse en los dos casos?
 1. Un bloque de 150 g se deja caer desde el punto A por una pista sin roce que se asemeja a un riel semicircular cuyo radio es 40 cm cuando llega al punto B. Empalma con un plano inclinado que forma 30° con la horizontal y perpendicular al radio de la circunferencia en ese punto. Calcule la distancia "d" a lo largo del plano que alcanzará el bloque si el coeficiente de roce



dinámico entre el bloque y la superficie es 0,30

2. Un pequeño bloque de masa m , resbala en una vía sin fricción en forma de rizo, como se muestra en la figura adjunta.
- Si parte de reposo en P. ¿Cuál es la fuerza resultante que obra sobre el en Q?
 - ¿A que altura sobre la parte inferior del rizo debería soltarse el bloque para que la fuerza que ejerce contra la vía en la parte superior del rizo sea igual a su peso?



1. Una fuerza neta de $0,5 \text{ N}$, obra sobre u cuerpo de 15 Kg de masa, que inicialmente se encuentra en reposo. Calcule el trabajo hecho en el primero, en el segundo y en el tercer segundo así como la potencia instantánea que existe al terminar el tercer segundo.

2. Para mantener la velocidad de 54 km/h de un vehículo se necesita que el motor proporcione una potencia de 22.050 W. Sabiendo que la masa del vehículo es de una tonelada, y que se está moviendo por una carretera horizontal, calcular:

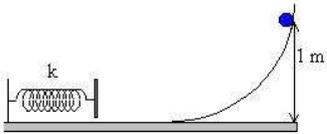
- La fuerza de rozamiento, supuesta constante.
- La potencia que tendrá que desarrollar el motor para subir por una pendiente de 6°
- La potencia que tendrá que desarrollar para bajar por una pendiente de 2°

En los casos b) y c) se supone que se mantiene la misma velocidad de 54 km/h

1. Un paquete de 0,20 Kg se libera del reposo en el punto A de una vía que forma un cuarto de círculo de radio 1,60 m. El paquete es tan pequeño relativo a dicho radio que puede tratarse como una partícula; se desliza por la vía y llega al punto B (parte última del medio círculo) con rapidez de 4,20 m/s. A partir de ahí, el paquete se desliza 3 m sobre una superficie horizontal hasta C, donde se detiene.

- ¿Qué coeficiente de fricción cinético tiene la superficie horizontal?

- ¿Cuanto trabajo realiza la fricción sobre el paquete entre A y B?
1. Un cuerpo de 1 kg de masa se deja caer por una superficie curva desde una altura de 1 m, tal como indica la figura. Despreciando rozamientos, calcular:
 - La velocidad de la partícula en el momento en que choca con el muelle.
 - La máxima deformación que experimentará el muelle si su constante elástica es de 200 N/m



1. Una masa de 50 kg sube una distancia de 6 m por la superficie de un plano inclinado 37° , aplicándole una fuerza de 600 N horizontal. El coeficiente de rozamiento es de 0.2. Calcular:
 - El trabajo realizado por la fuerza resultante.
 - El trabajo realizado por la fuerza de rozamiento. ¿En qué se convierte dicho trabajo?
 - El incremento de la energía cinética.
1. El llamado potencial de Yukawa

$$U(r) = -\frac{r_0}{r} e^{-\frac{r}{r_0}}$$

describe con precisión la **interacción** entre los nucleones (es decir, entre los neutrones y los protones, que son las partículas que constituyen los núcleos). La constante r_0 tiene un valor aproximado de $1,5 \times 10^{-15}$ m y la constante U_0 es de alrededor de 50 MeV. Determinar la expresión correspondiente a la fuerza de atracción.

2. Un cuerpo de 1 kg choca contra un resorte horizontal, sin peso, cuya constante elástica es de 2 N/m. El cuerpo comprime al resorte en 4 m, a partir de su posición relajada. Suponiendo que el coeficiente de fricción cinético entre el cuerpo y la superficie horizontal es de 0,25. ¿Cuál era la rapidez del cuerpo en el instante de la colisión?
3. Un cuerpo de 4 kg comienza a subir por un plano inclinado a 30° , con 128 J de energía cinética. ¿Qué distancia recorrerá sobre el plano si el coeficiente de fricción es de 0,30?
4. Un taco golpea una bola de billar ejerciendo una fuerza promedio de 50 N durante un tiempo de 10 ms (se lee milisegundo). Si la bola tenía una masa de 0,20 kg. ¿Cuál fue su rapidez después del impacto?
5. Dos partículas, una de las cuales tiene el doble de masa que la otra, se mantienen unidas por medio de un resorte comprimido entre ellas. La energía almacenada en el resorte es de 60 J. ¿Qué cantidad de energía cinética tiene cada partícula después que se le suelta?.

6. Un objeto de 5 kg con una rapidez de 30 m/s, incide sobre una lámina de acero con un ángulo de 45° y rebota con la misma rapidez y con el mismo ángulo. ¿Cuál es el cambio del ímpetu del objeto?
7. Un cohete de 6000 kg está dispuesto para un disparo vertical. Si la velocidad de expulsión es de 1000 m/s, ¿qué cantidad de gas por segundo debe ser expulsada para suministrarle el impulso necesario para superar el peso del cohete; para dar al cohete una aceleración inicial de 20 m/s^2 hacia arriba?
8. Un tobogán de 12 lb que transporta 80 lb de arena, resbala hacia abajo por una pendiente de hielo de 300 pies de longitud inclinada 30° por debajo de la horizontal. El tobogán tiene un orificio en el fondo, de tal forma que la arena se derrama a razón de 5 lb/s. ¿Qué tiempo le toma al tobogán alcanzar el final de la pendiente?
9. Una partícula de 4 Kg se mueve a lo largo de un eje x bajo la influencia de una fuerza conservativa. El trabajo realizado sobre la partícula es de 80 J conforme se mueve de $x_o = 2 \text{ m}$ a $x_f = 5 \text{ m}$; Encuentre:
 - El cambio en energía cinética
 - El cambio en energía potencial
 - La velocidad en $x = 5 \text{ m}$ si parte de reposo en $x = 2 \text{ m}$