PROBLEMAS 1º CUATRIMESTRE

Tema 1. Introducción

1.1.- a) Expresa 1 km en cm, micrómetros (μm), y angstrom.
b) Expresa 1 N en el sistema c.g.s.
c) Expresa 1 atm· L en el S.I.
d) ¿Cuántos rad/s son 33 rpm? ¿Cuántos km/h son 4,5 m/s?

1.2.- Calcula las dimensiones de la constante universal de la gravitación, G, y sus unidades en el sistema internacional (S.I.)

1.3.- Sabiendo que 1 atm es la presión ejercida por una columna de mercurio (ρ = 13,6 g/cm^3) de 76 cm de altura, halla su valor en el S.I.

1.4.- Demuestra que la fórmula del periodo del péndulo simple $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, donde l es la longitud del péndulo y g la aceleración de la gravedad, es dimensionalmente correcta.

1.4.- Calcula les dimensions de la constant universal dels gasos, R, a partir de l'equació d'estat dels gasos ideals (pV=nRT).

1.5.- Demuestra que la fórmula del periodo del péndulo simple $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, donde l es la longitud del péndulo y g la aceleración de la gravedad, es dimensionalmente correcta.

1.6.- Mediante el análisis dimensional, obtén la expresión de la fuerza necesaria para que un cuerpo de masa m recorra una circunferencia de radio r con velocidad v.

1.7.- Sabiendo que la velocidad de propagación, v, de una onda sonora en un gas depende solo de la presión de éste, su densidad, ρ, y masa molar, m, encuentra una expresión para v mediante el análisis dimensional.

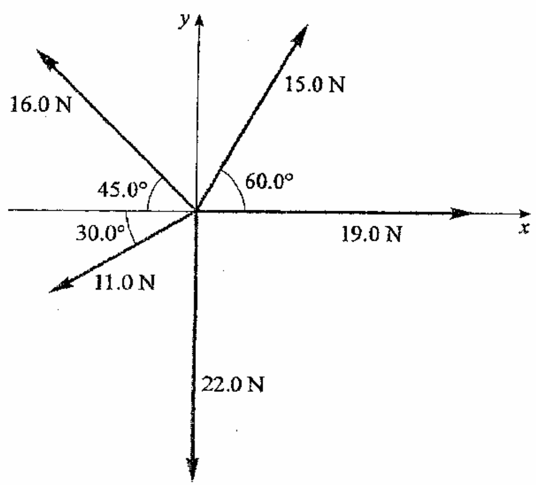
1.8.- Dados los vectores $\vec{a}(2,2,0)$ y $\vec{b}(3,-1,0)$, calcula:

a) $\vec{a}+\vec{b}$ b) $\vec{a}-\vec{b}$ c) $5\cdot\vec{a}$ d) $\vec{a}\cdot\vec{b}$; e) $\vec{a}\times\vec{b}$

En los tres primeros casos, calcula también el resultado gráficamente. Indica el módulo y el ángulo formado con el eje x de todos los vectores que aparezcan en el problema.

1.9.- Calcula la derivada y la integral respecto de t del vector $\vec{v} = 3t^2\,\vec{i} - 2\,\vec{j} + 5t\,\vec{k}$. Calcula el módulo de ambos vectores (derivada e integral).

1.10.- Escribe las componentes de los siguientes vectores (fuerzas). Calcula el módulo y la dirección (ángulo con el eje x) del vector resultante de la suma de todos ellos. Calcula el producto escalar y vectorial del vector horizontal con los otros dos de la parte derecha.



Tema 2. Cinemática de la Partícula

2.1.- Una masa de 2 kg se mueve sobre una línea recta con una aceleración cuyo módulo aumenta con el tiempo según la función $a = (t+1)$ m/s^2. Suponiendo que en el instante inicial el cuerpo está en reposo, calcula el espacio que recorrerá después de 6 s.

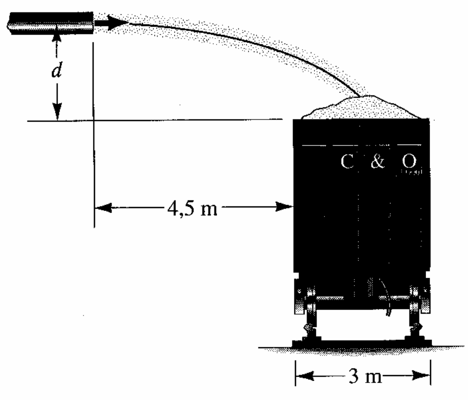
2.2.- La velocidad de un tren se reduce uniformemente desde 15 m/s hasta 7,0 m/s al recorrer una distancia de 90 m. a) Calcula la aceleración. b) ¿Qué distancia recorrerá el tren antes de alcanzar el reposo si se considera que la aceleración permanece constante?

2.3.– a) Desde un globo que está a 300 m del suelo y que se eleva a 13 m/s, se deja caer una bolsa de arena. Calcula la altura máxima (respecto al suelo) que alcanza la bolsa.
b) Para estimar la aceleración de la gravedad en la Luna, se lanza una piedra hacia arriba. La piedra sube 3 m y tarda 4 s en volver a su punto de partida. ¿Qué valor obtendrías?

2.4.- Un cuerpo se mueve sobre una trayectoria cuyo vector de posición es $\vec{r} = t^2\vec{i} + t\vec{j} + \vec{k}$. Halla la velocidad, la aceleración y sus componentes intrínsecas, y el radio de curvatura de la trayectoria a los dos segundos de iniciado el movimiento.

2.5.– Un punto se mueve con velocidad $v_x = 4\,t^3 + 4\,t$; $v_y = 4\,t$; $v_z = 0$. Si la posición del punto es (1, 2, 0) cuando t = 0, encuentra la ecuación de la trayectoria.

2.6.- Se sopla grano a través de un tubo desde un depósito hacia un contenedor de tren abierto para su transporte, como se muestra en la figura. La velocidad de salida es 6 m/s.
¿Cuáles deben ser las elevaciones *d* máxima y mínima a las que se puede colocar el tubo para asegurar que todo el grano caiga en el tren? (Se omite el rozamiento y el viento). Se plantean dos posibilidades:
a) El tubo de salida es horizontal (figura).
b) El tubo de salida se inclina 30º hacia arriba. En este caso, para evitar posibles interrupciones de la corriente de grano, interesa saber hasta donde sube. ¿Cuál sería la máxima altura que alcanzaría por encima de *d*?



2.7.- Un cañón situado sobre la ladera de una montaña de 30º de inclinación se dispara hacia la parte de arriba de la montaña, con un ángulo de 15º medido sobre la superficie de la montaña. El proyectil llega a una distancia de 12450 m medida sobre la ladera. Calcula: a) velocidad inicial del proyectil, b) tiempo de vuelo, c) máxima altura alcanzada, d) velocidad en el punto de máxima altura.

2.8.– Un cuerpo inicialmente en reposo es acelerado en una trayectoria circular de 1,3 m de radio de acuerdo con la ecuación $\alpha = 120\ t^2 - 48\ t + 16$. Encuentra la posición angular, la velocidad angular en función del tiempo, y las componentes de la aceleración.

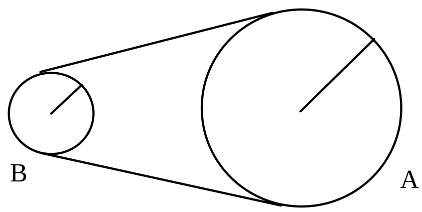
2.9.- Partiendo del reposo, una rueda empieza a girar con aceleración constante, y alcanza una velocidad angular de 200 rpm en 6 minutos. Después de girar con esa velocidad angualr constante durante un cierto intervalo de tiempo, frenamos la rueda (con acelaración angular constante) durante 5 mnutos hasta que se para. Si, en total, la rueda ha realizado 3100 revoluciones, cuánto tiempo ha durado el movimiento?

2.10.- Un mosquito cae sobre un disco de vinilo, un LP que gira a 33 rpm, a una distancia de 8 cm del centro. ¿Qué velocidad lineal lleva el mosquito? ¿Cuánto tiempo tardará en dar 3 vueltas? ¿ Cuánto espacio ha recorrido?

2.11.- ¿Cuantos minutos y segundos transcurren entre dos coincidencias, sobre una misma recta de dirección, de las agujas de un reloj?

2.12.–Suponiendo que la Tierra da una vuelta completa sobre su eje en 1 día, calcula la velocidad angular de un punto situado sobre la superficie de latitud λ en función de dicha λ. Calcula la velocidad lineal de Valencia situada a 39,5º.

2.13.– La rueda A de la figura cuyo radio vale 30 cm parte del reposo y aumenta su velocidad angular uniformemente a razón de $0,4\pi$ rad s^{-1}. La rueda A transmite su movimiento a la rueda B, de 12 cm de radio, mediante una correa. Obtén una relación entre las aceleraciones angulares y los radios de las dos ruedas. Encuentra el tiempo necesario para que la rueda B alcance una velocidad de 300 rpm.



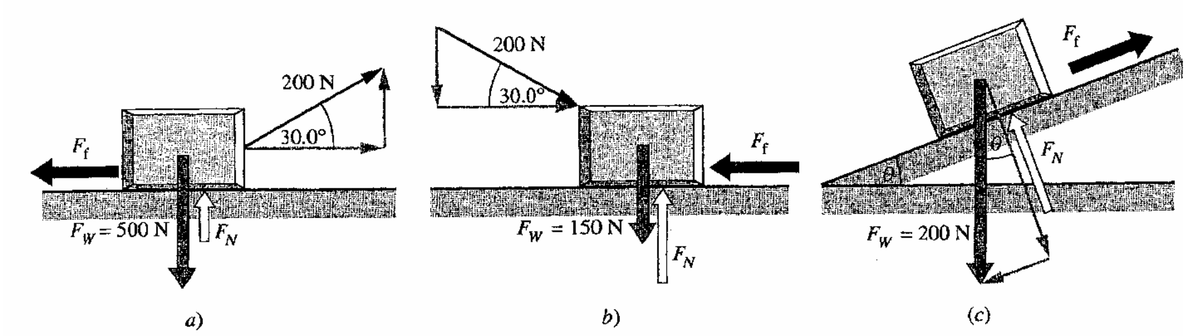
2.14.– Un tren se está moviendo a 72 km/h cuando un objeto que está colgando en el extremo del tren a 4,9 m sobre el suelo, se suelta. Calcula la distancia recorrida por el tren en el tiempo que tarda el objeto en caer al suelo. ¿Dónde cae el objeto con respecto al tren y al suelo? ¿Cuál es la trayectoria relativa al tren y cuál respecto a la Tierra?

2.15.– Una persona que conduce un coche un día de tormenta observa que las gotas de agua dejan trazas en las ventanas laterales que forman un ángulo de 80° con la vertical cuando el coche se desplaza a 80 km/h. Seguidamente frena y observa que el agua cae verticalmente. Con estos datos determina la velocidad relativa del agua respecto al coche cuando éste se mueve a 80 km/h, así como la velocidad cuando el coche se encuentra parado.

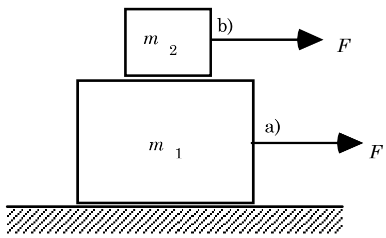
2.16.- Un avión vuela hacia el este con una velocidad relativa al aire de 500 km/h. Elviento sopla a 90 km/h hacia el sur. Calcula la velocidad y dirección del avión respecto al suelo. ¿En qué dirección es necesario que vuele el avión para ir en dirección este respecto el suelo? ¿Cuál será su velocidad con respecto al suelo?

Tema 3. Dinámica Newtoniana

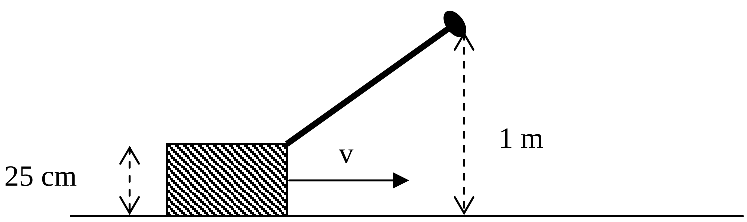
3.1.- Los objetos de la figura están en equilibrio. Determina el valor de la fuerza normal (F_N) en cada caso (F_W = peso, F_f = fuerza de rozamiento).



3.2.– Considera el sistema mostrado en la figura. El bloque de masa m_1 está sobre una superficie horizontal sin rozamiento y sobre él hay otro bloque de masa m_2 . El coeficiente de rozamiento estático entre los dos bloques es μ_e y el dinámico μ_d . Encuentra el valor máximo de la fuerza F para que no se produzca deslizamiento entre los dos bloques en los casos siguientes: a) la fuerza F se aplica sólo sobre el bloque 1; b) la fuerza F se aplica sólo sobre el bloque 2.



3.3.- Arrastras una caja que contiene 10 kg de naranjas, tirando de ella con una cuerda de 1 m de longitud enganchada en la parte superior de la caja. La velocidad de la caja es constante cuando la fuerza que haces es de 25 N. Teniendo en cuenta que la caja tiene 25 cm de alta y que la altura de tu mano es de 1 m. ¿Cuál es coeficiente de rozamiento de la caja con el suelo? De repente la cuerda se suelta y la caja se para después de recorrer 50 cm. ¿Qué velocidad llevaba antes de romperse la cuerda?



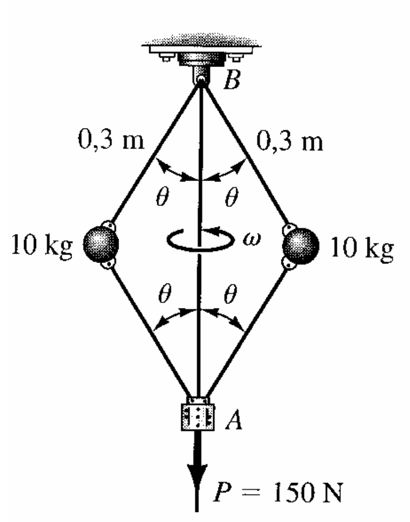
3.4.– De una cuerda inextensible de 0,5 m sujeta por un extremo, se cuelga una bola maciza de masa 500 g.

a) Se deja en reposo, de manera que cuelga vertical. ¿Cuánto vale la tensión de la cuerda?
b) Se hace oscilar como un péndulo de manera que se suelta cuando la cuerda forma un ángulo α = 30º con la vertical ¿Cuánto vale la tensión de la cuerda cuando el péndulo se para en α = 30º y a su paso por la vertical?
c) Se hace girar formando círculos verticales completos. ¿Cuánto vale la tensión en el punto más alto y más bajo de la trayectoria? ¿Cuánto vale cuando α = 30º y α = 90º?

3.5.– El planeta Marte tiene dos lunas, Phobos y Deimos.
a) Sabiendo que Phobos describe un movimiento circular uniforme alrededor de Marte de periodo T = 7 h 39 min y radio orbital R = 9,4 $\times 10^3$ km, calcula la masa de Marte.
b) Suponiendo que las órbitas de la Tierra y de Marte alrededor del Sol son circulares y tomando el cociente de sus radios orbitales como R_{Marte}/R_{Tierra} = 1,52, calcula la duración del año marciano.

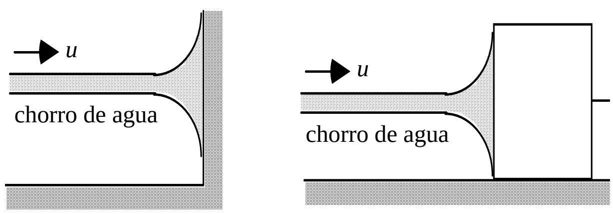
3.6.- Una masa m ligada por una cuerda de longitud L a un punto fijo gira alrededor de la vertical con una velocidad angular ω. ¿Cuál es el ángulo que forma la cuerda con la vertical? ¿Cuánto vale la tensión de la cuerda?

3.7.- Un dispositivo denominado *regulador de bolas* se utiliza para regular la velocidad de aparatos tales como máquinas y turbinas de vapor. El aparato a regular hace girar el regulador a través de un sistema de engranajes, y las bolas adquieren una configuración dada por el ángulo θ, el cual depende de la velocidad angular ω y de la fuerza P que actúa sobre el cojinete situado en A. El movimiento hacia arriba y hacia abajo del cojinete en A, como respuesta al cambio en ω, se utiliza entonces para abrir y cerrar una válvula que regula la velocidad del aparato. Despreciando el rozamiento, halla:
a) La velocidad angular requerida para mantener la configuración del regulador de bolas para θ = 30º.
b) La posición del cojinete cuando se alcanza la máxima velocidad angular permitida, ω = 120 rpm.



3.8.- Sobre una mesa horizontal sin rozamiento tenemos un muelle de 0,5 m de longitud y constante elástica 20 N/m. Uno de sus extremos está fijo, y en el otro tenemos una masa de 100 g que se hace girar a una velocidad constante de 45 rpm. ¿Cuál será la deformación del muelle? Si un extremo de la mesa se eleva un ángulo de 30º, y la masa sigue girando a la misma velocidad angular, ¿cuál será la deformación del muelle en el punto más alto y en el más bajo de la trayectoria?

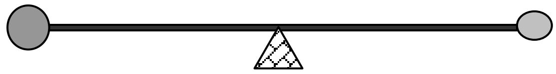
3.9.– El chorro de agua que sale de una manguera choca contra una pared vertical en la forma mostrada en la figura. La velocidad del agua antes de chocar con la pared es u = 60 m/s y está dirigida perpendicularmente a la misma. Después del choque se supone que el agua queda sin componente de velocidad perpendicular a la pared. Si la densidad del agua es ρ = 1 g/cm^3 y la sección transversal del chorro es A = 25 cm^2, calcula la fuerza F que hace el chorro sobre la pared.



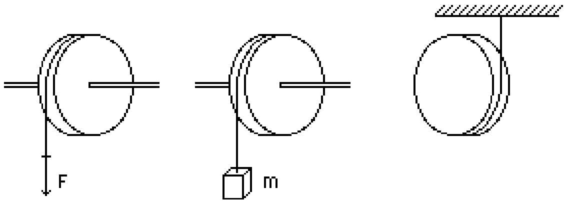
3.10.- Una rana de 50 g de masa está en el extremo de una tabla de madera de 5 kg de masa y de 5 m de longitud. La tabla está flotando en la superficie de un lago. La rana salta con velocidad v_o, que forma un ángulo de 30^o con la horizontal. Calcula el valor de v_o para el que la rana al saltar llegue al otro extremo de la tabla. Supón que no existe rozamiento entre la madera y el agua.

3.11.- Tenemos una fuerza de 30 N que forma un ángulo de 30º con la horizontal y que se aplica en el punto (2,1). ¿Cuál es el momento de esta fuerza respecto del origen de coordenadas? ¿Sería el mismo respecto al punto (0,1)?

3.12.- En los extremos de una barra de 1 m de longitud se colocan dos bolas (consideradas puntuales) de 30 g y 20 g respectivamente. ¿En qué punto se debe apoyar para que la barra se mantenga en equilibrio?



3.13.- Calcula el momento de las fuerzas resultante en una polea cilíndrica de 0,5 m de radio y 20 kg de masa en los casos: a) se aplica una fuerza F de 9,8 N a la cuerda; b) se cuelga una masa de 1 kg en el extremo de la cuerda; c) se fija al techo un extremo de la cuerda.



3.14.- ¿Qué aceleración (módulo, dirección y sentido) se debe aplicar a un plano de 30º de inclinación, para que un cuerpo situado sobre él no baje por el plano? Considera que no hay rozamientos.

3.15.– Un hombre de masa m = 72,2 kg está sobre una balanza en la cabina de un ascensor. ¿Cuál es la lectura de la balanza si:

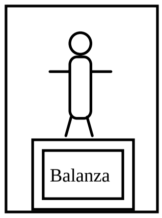
a) la cabina está en reposo o en movimiento con velocidad constante?

b) la cabina tiene una aceleración hacia arriba de 2,40 m/s^2?

c) la cabina tiene una aceleración hacia abajo de 2,40 m/s^2?

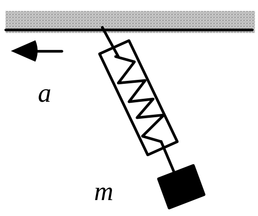
d) la cabina cae en caída libre?

e) la cabina tiene una aceleración hacia abajo de 12,0 m/s^2?



3.16.- Un hombre está parado en la plataforma de un camión que se mueve a 36 km/h. ¿Bajo qué ángulo y en qué dirección debe apoyarse para evitar caer si la velocidad del camión cambia a 45 km/h en 2 s?

3.17.– El dinamómetro de la figura consiste en un muelle de constante k que tiene colgada una masa m en su extremo. Se desea usarlo como acelerómetro de un coche, esto es, calibrarlo de tal forma que cuando se encuentre en equilibrio en el SR no inercial ligado al coche podamos leer en el dinamómetro la aceleración (constante) de éste. Encuentra la relación entre la aceleración y la elongación del muelle que hemos de emplear para calibrar este acelerómetro.



Tema 4. Trabajo y energía

4.1.- Calcula el trabajo realizado por la fuerza responsable de la aceleración del problema 2.1.

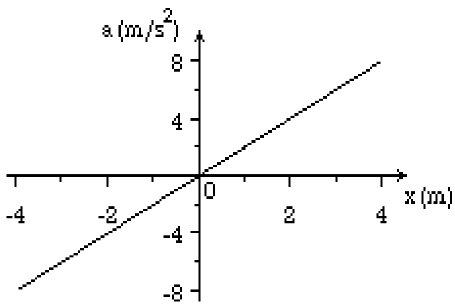
4.2.- Una partícula se encuentra sometida a la fuerza $\vec{F} = (3x^2+6x)\,\vec{i} - 14yz\,\vec{j} + 20xz^2\,\vec{k}$. Calcula el trabajo realizado por dicha fuerza cuando la partícula se traslada desde el punto O (0,0,0) hasta el punto A (1,1,1) por los siguientes caminos:

a) A lo largo de la curva $x = t$; $y = t^2$; $z = t^3$.
b) A lo largo de la recta $x = y = z$.
c) A lo largo del eje OX hasta (1,0,0); desde (1,0,0) paralelamente al eje OY hasta el punto (1,1,0); desde (1,1,0) paralelamente al eje OZ hasta A (1,1,1).

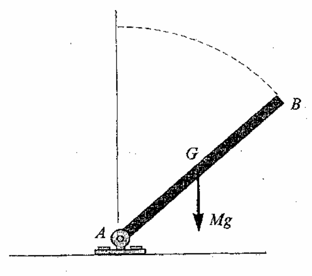
4.3.- Un ciclista con su bicicleta tiene una masa total de 80 kg y circula por una carretera plana. La única resistencia que se opone al movimiento es la del aire, que vale $F = k\,v$ ($k = 2$ kg/s). Calcula:

a) El trabajo que debe hacer para mantener una velocidad constante de 10 km/h durante 1 minuto.
b) El trabajo necesario para pasar del reposo a una velocidad de 10 km/h en 1 minuto con una aceleración constante.

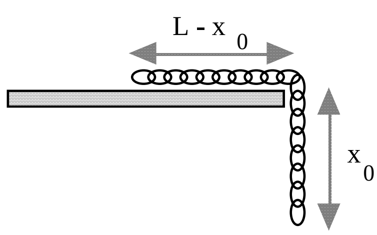
4.4.- Un cuerpo de masa M = 1 kg se mueve en una sola dimensión, viniendo su aceleración dada por la gráfica.
a) Calcula la energía potencial de la partícula en función de la posición y represéntala gráficamente. Toma el origen de energía potencial en x = 0.
b) ¿Hay algún punto de equilibrio? En caso afirmativo, ¿de qué tipo es?
c) Supón que el cuerpo se encuentra en x = –2 m con velocidad v = -5 m/s. Describe cualitativamente el movimiento posterior que experimenta el cuerpo.



4.5.- Cómo se muestra en la figura, una varilla delgada AB de masa M y longitud L está sujeta por una bisagra colocada en el piso en su extremo A. Si inicialmente está en posición vertical y comienza a caer hacia el piso como se muestra, ¿cuánta energía cinética ha ganado cuando llega a golpear el suelo?



4.6.- Una cadena de masa m y longitud L está dispuesta sobre una mesa de tal modo que una longitud x_0 de la misma cuelga y el resto está extendida a lo largo de la perpendicular al borde de la mesa. Halla su velocidad en el instante de abandonar la mesa.

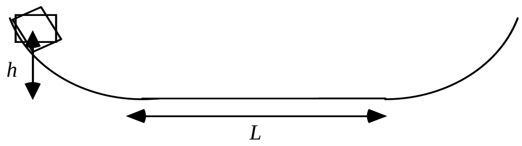


4.7.- ¿Desde que altura mínima debe caer un carrito de la "montaña rusa" para que describa una circunferencia vertical de radio R sin caer? No hay rozamiento.

4.8.- Dos pelotas idénticas chocan de frente. La velocidad inicial de una es 0,75 m/s hacia el este, mientras que la velocidad de la otra es –0,43 m/s hacia el oeste. Si el choque es perfectamente elástico, ¿cuál es la velocidad final de cada pelota?

4.9.- Un deuterón de masa 2,0 uma choca elásticamente contra un protón de masa 1,0 uma inicialmente en reposo. La velocidad inicial del deuterón es $2{,}7\times10^{7}$ m/s, y la final es $2{,}2\times10^{7}$ m/s. Calcula la velocidad final del protón y las direcciones finales de ambas partículas.

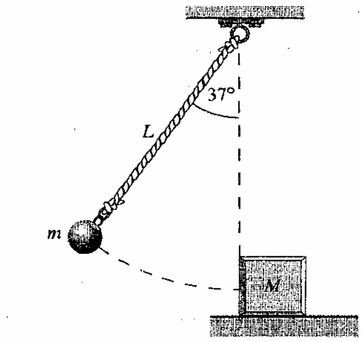
4.10.- Un bloque se desliza por un carril que tiene los extremos elevados, mientras que la parte central es plana, con una longitud L = 10 m y un coeficiente de rozamiento μ = 0,2. Suponiendo que no hay rozamiento en las partes curvas, calcula dónde se parará el bloque cuando se suelta (en reposo) desde una altura h = 1 m sobre la parte plana.



4.11.- Lanzamos un bloque de 5 kg hacia arriba por un plano inclinado de 30º con una velocidad inicial de 5 m/s. Observamos que asciende 1,5 m a lo largo del plano, se para y desciende a continuación hasta llegar al punto de partida. Calcula:
a) La fuerza de rozamiento entre el bloque y el plano.
b) La velocidad con que vuelve al punto de partida.

4.12.- El motor de un coche de masa M = 970 kg desarrolla una potencia P = 50 CV cuando éste circula por llano a 90 km/h. Suponiendo que los rozamientos consumen en subida la misma potencia que en llano, encuentra la potencia que desarrolla al subir una cuesta de inclinación del 2% a la misma velocidad.

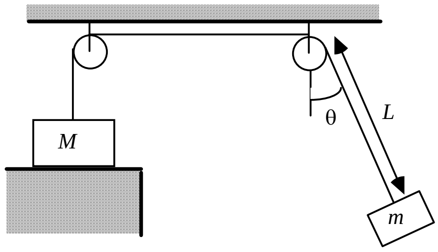
4.13.- Un péndulo que consiste en una pelota de masa m en reposo en la posición que se muestra en la figura, golpea un bloque de masa M. El bloque se desliza a una distancia D antes de detenerse bajo la acción de una fuerza de fricción de 0,20 Mg. Calcula la distancia D si la pelota rebota formando un ángulo de 20º. Datos: m = 100 g, M = 1 kg, L = 1 m.



4.14.- Una esfera de 30 g de masa que cuelga en reposo de un hilo de 1 m de longitud, es golpeada por otra que se incrusta en ella. Si la segunda esfera tiene una masa de 5 g,
a) ¿Cuál debe ser la velocidad de la esfera pequeña para que después del choque ambas alcancen la misma altura?
b) ¿Cuál debe ser la velocidad de la esferea pequeña para que después del choque ambas describan un círculo completo?

4.15.- Un bloque de masa M = 10 kg está en reposo sobre una mesa. Por medio de una cuerda que pasa por dos poleas, se une este bloque a otro de masa m = 6 kg. Este último se encuentra a una distancia L = 1,5 m por debajo de la polea (ver figura).

a) Encuentra el ángulo mínimo θ desde el que se puede dejar el bloque de masa m (sin velocidad inicial) de manera que el bloque de masa M comience a subir.
b) ¿Cuál es la máxima relación M/m que permite subir el bloque grande con este sistema.

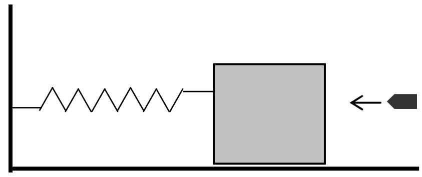


Tema 5. Oscilaciones y ondas

5.1.- Una masa de 5 kg está unida a un muelle, moviéndose sin rozamiento sobre una plano horizontal y efectuando un MAS de 30 cm de amplitud y 2 s de periodo. Determina: a) la constante elástica del muelle; b) la velocidad y aceleración máximas; c) la energía mecánica del sistema.

5.2.- Una partícula oscila armónicamente con 2 mm de amplitud, pasando por la posición de equilibrio con una velocidad de 4 m/s. Calcula: a) el periodo y la frecuencia; b) la aceleración máxima; c) la velocidad de la partícula cuando x =1,2 mm.

5.3.- Una bala de 10 g y con velocidad de 400 m/s se incrusta contra un bloque de 990 g de masa, como indica la figura. Después del choque, el muelle llega a contraerse 20 cm, efectuando a continuación un MAS. a) ¿Cuál es la constante elástica k del muelle? b) Cuál es el periodo de oscilación? (No hay rozamiento entre el bloque y la superficie).



5.4.- La ecuación que describe el movimiento ondulatorio es $\psi = 0{,}32\ \mathrm{sen}(1{,}8t - 6{,}2x)$, donde todas las magnitudes están en el SI. Calcula: a) el periodo, la frecuencia, la longitud de onda, la amplitud y la velocidad de propagación. b) La energia cinética máxima de una partícula de 1,6 g de masa sometida a este movimiento.

5.5.- Una onda está representada por la ecuación $\psi = 4\cos[2\pi(t/6 + x/240)]$ (ψ y x en cm; t en s). Calcula: a) La velocidad de la onda; b) la diferencia de fase para una cierta posición entre dos instantes de tiempo separados 1 s; c) La diferencia de fase para un cierto instante de tiempo entre dos posiciones separadas 2,1 m; d) Si para una cierta posición y un cierto instante ψ = 3 cm, ¿cuál será el valor de ψ para la misma posición 2 s más tarde?

5.6.- Una onda armónica con frecuencia de 500 Hz tiene una velocidad de propagación de 350 m/s. a) ¿Cuál es la separación entre dos puntos que tienen una diferencia de fase de 60º en un determinado instante? b) ¿Cuál es la diferencia de fase para una cierta posición entre dos instantes de tiempo separados 10^{-3} s?

SOLUCIONES

P2.1.- 54 m
P2.2.- a) -0,98 m/s^2; b) 114,8 m totales
P2.3.- a) 308,6 m; b) 1,5 m/s^2
P2.4.- a_T = 1,94 m/s^2; a_N= 0,48 m/s^2, R= 35 m
P2.5.- $y = 2\sqrt{x}$
P2.6.- a) d_{min}= 2,75 m, d_{max} = 7,66 m; b) d_{min}= 1,09m, d_{max}= 5,84 m, h_{max} - d = 45,9 cm
P2.7.- a) 500 m/s
P2.10.- v = 0,27 m/s, t = 5,4 s, e = 1,5 m
P2.11.- 32 min 44 s
P2.12.- 463,2 cos λ , v_V = 1286 km/h
P2.13.- $\alpha_B = R_B/R_A\ \alpha_A$; t = 10 s
P2.15.- v_r = 81,2 km/h, v_a = 14,1 km/h
P2.16.- a) v = 508 km/h, α = -10º; b) v = 492km/h, α = 10º

P3.2.- F_a < 29,4 N; F_b < 14,7 N
P3.3.- μ = 0,23, v_0 = 1,5 m/s
P3.4.- a) 4,9 N, b) 4,24 N, 6,2 N; c) 13,9 N, 4,1 N, 13,2 N, 9 N.
P3.6.- 49,3 N, 66,6º
P3.7.- a) 9,77 rad/s, AB = 31,4 cm
P3.8.- a) 6,2 cm; b) 9,0 cm; c) 3,5 cm
P3.9.- 9000 N
P3.10.- 7,48 m/s
P3.11.- (0,0,4) N m, (0,0,30) N m
P3.12.- 40 cm de la bola grande
P3.13.- a) RF, b) RT, c) RP, RT
P3.14.- 5.65 m/s horizontal
P3.15.- a) 708 N, 881 N, c) 534 N, d) 0
P3.16.- 82,7º en dirección del movimiento
P3.17.- $x = \dfrac{m}{k}\sqrt{a^2 + g^2}$

P4.1.- 576 J
P4.2.- a) 6 J, b) 13/3 J, c) 32/3 J
P4.3.- a) 927 J, b) 618 J
P4.4.- a) $-x^2$, b) x = 0 Inestable, c) se aleja acelerando
P4.5.- $\Delta Ec = mgL/2$
P4.6.- $v = \sqrt{\dfrac{g}{L}(L^2 - x_0^2)}$
P4.7.- h = 5/2 R
P4.9.- 2,2× 10^7 m/s, d : 23,2º, p: 52,0º
P4.10.- 5 m
P4.11.- 17,2 N; 2,1 m/s
P4.12.- 56,37 CV
P4.13.- D = 2,4 cm
P4.14.- a) 43,8 m/s; b) 49 m/s
P4.15.- a) 48,2º; b) 3

P5.1.- a) 49,3 N/m; b) 0,94 m/s; 2,96 m/s^2; c) 3,2 m/s
P5.2.- a) 3,14 $\times 10^{-3}$ s; 318 Hz; b) 8000 m/s^2; c) 3,2 m/s
P5.3.- a) 400 N/m; b) 0,314 s
P5.4.- a) 3,49 s; 0,286 Hz; 1,01 m; 0,32 m; 0,29 m/s; b) 2,65$\times 10^{-4}$ J
P5.5.- a) 0,4 m/s; b) 60º; c) 315º; d) – 3,79 cm
P5.6.-a) 0,117 m; 180º