



ACULTAD DE INGENIERIA

UNCPBA



Física I
Guía de problemas

2013



1.- Cinemática de una partícula.

(1) a) ¿Puede la velocidad de una partícula ser siempre negativa? De ser así, dé un ejemplo, si no, explique por qué. **b)** ¿Cuando la velocidad es constante puede la velocidad media en cualquier intervalo de tiempo diferir de la velocidad instantánea en cualquier instante? De ser así, dé un ejemplo. **c)** ¿Puede un objeto determinado aumentar su velocidad mientras su aceleración decrece? De ser así, dé un ejemplo.

(2) De las siguientes situaciones, ¿cuál es imposible? **a)** Un cuerpo tiene velocidad este y aceleración este; **b)** un cuerpo tiene velocidad este y aceleración oeste; **c)** un cuerpo tiene velocidad cero, y la aceleración distinta de cero; **d)** un cuerpo tiene aceleración constante pero su velocidad es variable; **e)** un cuerpo tiene velocidad constante y aceleración variable.

(3) Para viajar de un pueblo a otro, separados **500 km** en línea recta, un automovilista dispone de una ruta directa de ripio, en la cual no puede viajar a más de **60 km/h**. También puede tomar un camino alternativo más largo, formado por una autopista de **400 km** donde puede viajar a **100 km/h**, conectado luego a un camino de tierra de **150 km** en mal estado, que no le permite una velocidad mayor que **40 km/h**. Si además demora **15 minutos** en el puesto de peaje de la autopista, indique por qué camino el viaje será más breve y la velocidad promedio que emplearía en cada caso.

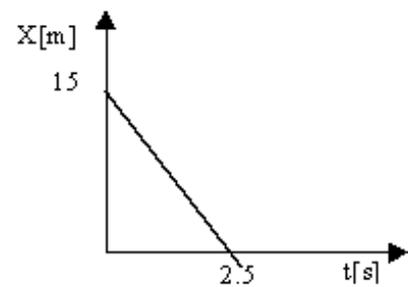
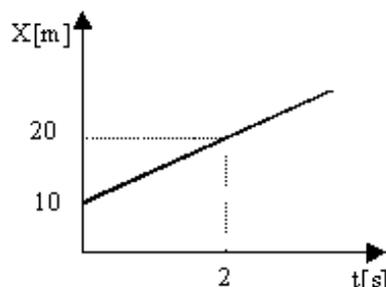
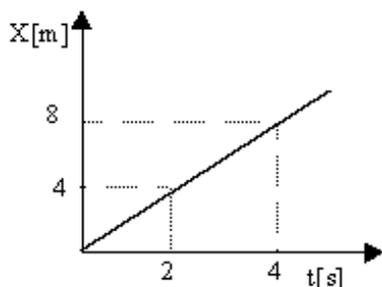
(4) Una partícula se mueve con movimiento rectilíneo uniforme en la dirección y sentido del eje **+X**. Sabiendo que su velocidad es de **2 m/s** y su posición en **t = 0 s** es **x(0) = - 4 m**.

a) Escriba la ecuación horaria del movimiento.

b) Trace las gráficas **x = x(t)** y **v = v(t)**.

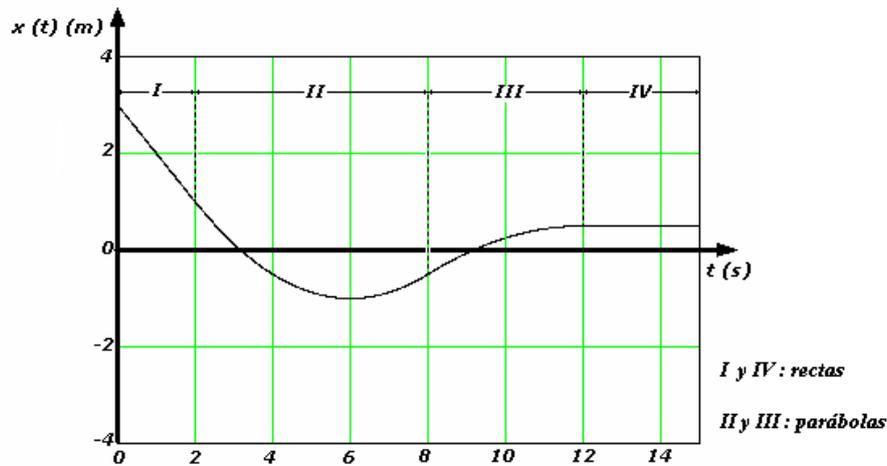
c) Halle la posición de la partícula para **t = 7 s**.

(5) Escriba las ecuaciones horarias de los movimientos representados en las siguientes gráficas. Determine cuál de los tres es el movimiento con mayor rapidez.

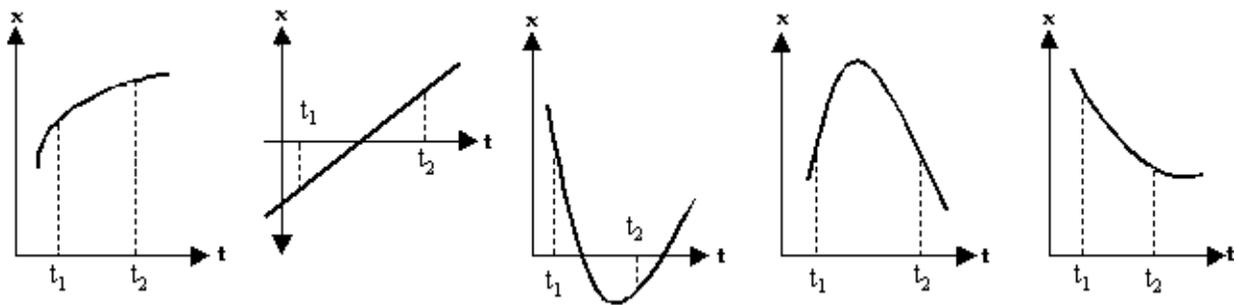


(6) Dada la siguiente gráfica que representa la posición de una partícula en función del tiempo:

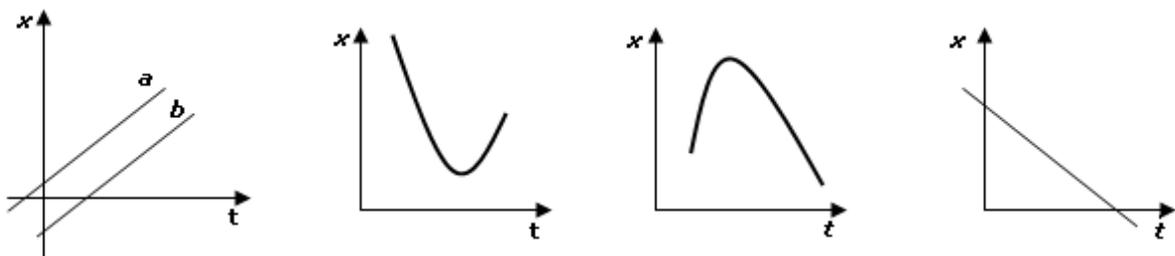
a) Indique en qué instantes o intervalos de tiempo se tiene: **V = 0**, **V máximo**, **V > 0**, **V < 0**, **a = 0**, **a > 0** y **a < 0**. **b)** ¿Cuánto se desplaza la partícula? **c)** Indique su trayectoria. **d)** ¿Cuál es la longitud de la trayectoria? **e)** Calcule su velocidad media y su velocidad promedio.



(7) En cada uno de los siguientes gráficos de movimientos unidimensionales reales $x = x(t)$, indique si la velocidad en el instante t_2 es mayor, menor o igual que en el instante t_1 (analice módulo y signo):

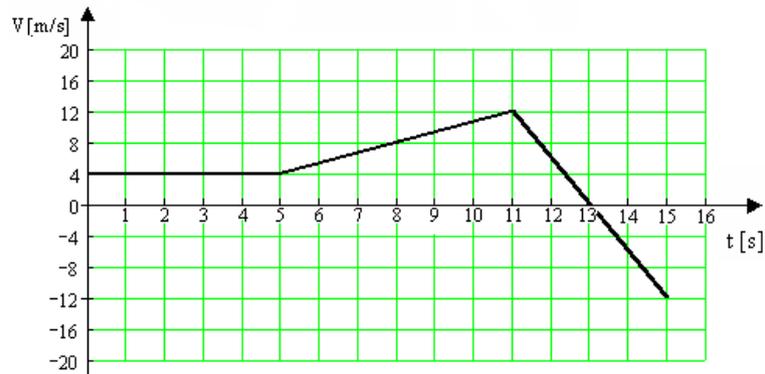


(8) Establezca si la aceleración es positiva, negativa o cero para los movimientos unidimensionales cuya posición $x = x(t)$, se da en los siguientes gráficos:

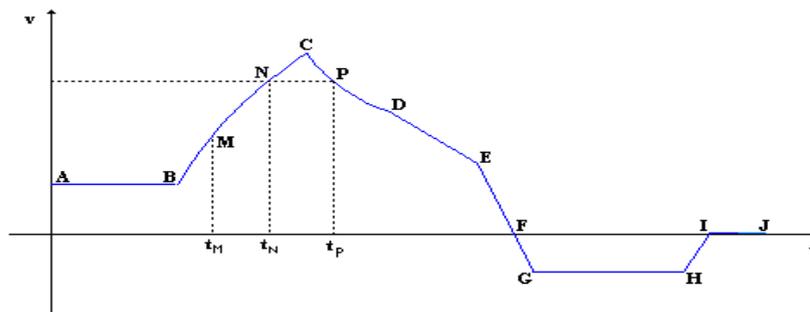


(9) Un cuerpo se mueve de tal manera que su posición en función del tiempo respecto a un sistema de referencia está dada por la ecuación $x(t) = -\frac{5}{2}t^2 + 10t + 2$. Halle el desplazamiento y la longitud de la trayectoria que efectúa el cuerpo entre $t = 0 \text{ s}$ y $t = 3 \text{ s}$.

(10) El gráfico de la figura siguiente representa la velocidad de un cuerpo en función del tiempo. Determine: **a)** La aceleración instantánea para $t_1 = 3 \text{ s}$, $t_2 = 7 \text{ s}$ y $t_3 = 12 \text{ s}$. **b)** Halle el desplazamiento y la longitud de la trayectoria en el intervalo $0 \text{ s} \leq t \leq 15 \text{ s}$ **c)** Represente gráficamente la aceleración en función del tiempo.



(11) En el gráfico de la figura se representa la velocidad de un móvil en función del tiempo. Indique: **a)** los intervalos en los cuales el movimiento es uniforme, **b)** el signo convencional que asigna a la velocidad en estos tramos, **c)** los intervalos en los cuales el movimiento es uniformemente variado, **d)** el signo convencional que asigna a la aceleración en esos tramos. **e)** Dados los instantes t_M y t_N , ¿en cuál de ellos la aceleración es mayor y por qué? **f)** El valor de la aceleración media en el intervalo $t_P - t_N$. **g)** Si existe algún instante o intervalo en que el móvil se encuentre en reposo.



(12) Una partícula se mueve con aceleración constante $a = -3 \text{ m/s}^2$. Cuando $t = 4 \text{ s}$ su posición es $x = 100 \text{ m}$ y cuando $t = 6 \text{ s}$ su velocidad es de 15 m/s . Halle la ecuación horaria de su movimiento y su posición para $t = 10 \text{ s}$.

(13) Una partícula se desplaza sobre un segmento de longitud D , parte desde el extremo A , de dicho segmento con una velocidad V_0 conocida y se dirige hacia el otro extremo B con un movimiento tal que la aceleración instantánea de la partícula es directamente proporcional a la distancia que la separa del extremo B . Sabiendo que la partícula debe llegar al extremo B con velocidad nula, halle la aceleración que debe tener cuando parte desde A .

(14) En una carretera seca, un automóvil con buenas cubiertas puede frenar con una desaceleración de $4,92 \text{ m/s}^2$. **a)** ¿Cuánto tiempo le lleva a tal automóvil, que viaja a $24,6 \text{ m/s}$, llegar al reposo. **b)** ¿Cuánto se desplaza en ese tiempo?

(15) Un tren subterráneo tiene 40 m de largo y viaja con una velocidad de 15 m/s . Debe comenzar el frenado 50 m antes de llegar al comienzo del andén donde finalmente se detendrá. Si el andén tiene 100 m de largo, ¿cuál es el intervalo de aceleraciones que debe tener para que la totalidad del tren quede detenido frente al andén? Suponer aceleración constante.

(16) El maquinista de un tren que marcha a velocidad V_1 divisa, a una distancia L , un tren de carga que viaja por la misma vía y en el mismo sentido con velocidad $V_2 < V_1$ delante de él. Aplica los frenos instantáneamente impartiendo a su tren una desaceleración a . **a)** Encuentre la condición que debe satisfacer la desaceleración a para que los trenes no choquen. **b)** Dibuje los correspondientes gráficos de las ecuaciones de movimiento, ilustrando claramente la condición hallada. **c)** Suponga que los trenes marchan por vías paralelas y que la aceleración a no satisface la condición hallada. Determine los instantes de encuentro e ilustre gráficamente.

(17) Una piedra se deja caer en un pozo con agua. El sonido del chapoteo se oye $3,00$ s más tarde. ¿A qué profundidad se encuentra la superficie del agua en el pozo? Tome la velocidad del sonido en el aire igual a 343 m/s.

(18) Una persona parada sobre una plataforma arroja simultáneamente dos piedras, una hacia arriba y la otra hacia abajo con la misma velocidad inicial (en módulo) v_0 . La altura de partida es $H = 4 v_0^2 / g$. Despreciando la fricción con el aire, determine la relación entre las velocidades de ambas piedras al llegar al suelo y la relación entre los intervalos de tiempo en que permanecen en el aire.

(19) Un malabarista actúa en una habitación cuyo cielorraso está a 3 m sobre el nivel de sus manos. Tira una esfera verticalmente hacia arriba de modo tal que llegue justo al cielorraso.

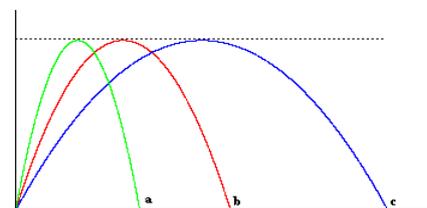
a) ¿Con qué velocidad inicial tira la esfera? **b)** ¿Cuánto tarda la esfera en llegar al cielorraso? **c)** Si tira una segunda esfera con la misma velocidad inicial V_0 en el momento en que la primera toca el cielorraso, ¿Cuánto tiempo después de lanzada la primera esfera se cruzan las dos? **d)** ¿Cuáles son las velocidades de las esferas cuando se cruzan?

(20) Un coche viaja a lo largo de una curva sobre el plano. Sus coordenadas cartesianas al tiempo t vienen dadas por las ecuaciones: $x(t) = 2t^3 - 3t^2$ (m) y $y(t) = t^2 - 2t + 1$ (m).

Halle: **a)** La posición del coche en $t = 1$ s. **b)** $\vec{v}(t)$. **c)** $v(t)$. **d)** Los instantes en que se encuentra en reposo. **e)** $\vec{a}(t)$. **f)** $a(t)$ y **g)** Los instantes en que el vector aceleración es paralelo al eje Y.

(21) Un cuerpo se mueve hacia el norte con velocidad 300 m/s. Se le imprime una aceleración de 10 cm/s², durante 40 s, dirigida hacia el este. Luego deja de estar acelerado. Determine: **a)** La magnitud y dirección de la velocidad para todo t . **b)** La ecuación de la trayectoria. **c)** La distancia al punto de partida a los 80 s. **d)** Las coordenadas del punto en que se encuentra a los 80 s.

(22) En la figura se muestran las trayectorias de tres balones pateados. Escoja la trayectoria para la cual: **a)** el tiempo de vuelo es el menor; **b)** la componente vertical de la velocidad al patearlo es la más grande; **c)** la componente horizontal de la velocidad al patearlo es la más grande y **d)** la velocidad de despegue es la menor. Desprecie la resistencia del aire.



(23) Calcule el ángulo de tiro necesario para que la altura máxima de un proyectil sea igual a su alcance.

(24) Un avión que vuela horizontalmente a una altura de 1500 m con una velocidad de 275 km/h deja caer un bulto. **a)** ¿Cuánto tarda el bulto en tocar tierra? **b)** ¿Con qué velocidad llega? **c)** ¿Cuánto avanza el avión mientras el bulto cae? Desprecie la fricción con el aire. **d)** Indique cualitativamente las diferencias en las respuestas que se darían para una caída real.

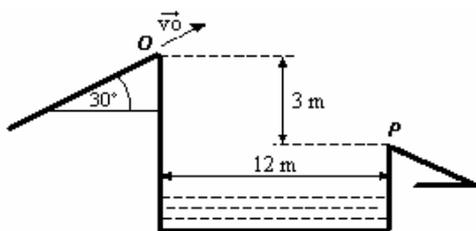
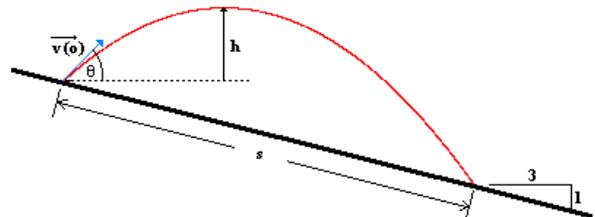
(25) En ocasión de las Olimpiadas de 1968 en la ciudad de México, Bob Beamon rompió el record de salto en largo con un salto de **8,90 m**. Suponiendo que el módulo de la velocidad inicial en el punto de separación del suelo fue **9,50 m/s**, ¿Qué tan cerca estuvo este atleta de llegar al alcance máximo posible en ausencia de una resistencia del aire? $g = 9,78 \text{ m/s}^2$.

(26) **a)** Durante un partido de tenis, un jugador saca a **23,6 m/s**, abandonando la pelota a la raqueta a **2,37 m** sobre la superficie de la cancha, horizontalmente. ¿A qué distancia por encima de la red, que está a **12 m** de distancia y tiene **0,90 m** de altura, pasará la pelota? **b)** Suponiendo que el jugador saque como antes excepto que la pelota deja la raqueta con un ángulo de **5°** debajo de la horizontal. ¿Pasará esta vez la pelota sobre la red sin tocarla?

(27) Un cazador observa un leopardo subido a un árbol de **3 m** de altura a **100 m** de su posición y se echa cuerpo a tierra apuntándole con su rifle, que dispara proyectiles a **400 m/s**. El leopardo ve los preparativos y decide salvar su vida dejándose caer del árbol no bien vea el humo del disparo. Ud. y un compañero, que se encuentran estudiando física en el bosque, observan la escena.

a) Ud. pertenece al Movimiento Ecologista y aconseja al leopardo para salvarlo. ¿Le aconseja que salte o que no salte? **b)** Su compañero es miembro entusiasta del Club de Cazadores. Sabiendo la velocidad con que sale la bala del rifle, los otros datos mencionados y su consejo al leopardo, ¿qué le debe sugerir al cazador para que no yerre el disparo? Todos, leopardo inclusive, desprecian la resistencia del aire.

(28) Una pelota se tira desde un plano inclinado y choca con este a una distancia $s = 76,4 \text{ m}$. Si la pelota sube a una altura máxima $h = 1,93 \text{ m}$ arriba del punto de salida, calcule la velocidad y la inclinación iniciales respecto de la horizontal.



(29) Un acróbata debe saltar con su auto a través del pozo lleno de agua que se ve en la figura. **a)** Determine la mínima velocidad que debe tener el auto en el punto **O** para que pueda llegar justamente al punto **P**. **b)** Halle el ángulo de la rampa para que la misma sea tangente a la trayectoria del auto en el punto **P**.

(30) La posición angular de un punto situado en la periferia de una rueda en rotación está descrita por $\Phi = 4.0t - 3.0t^2 + t^3$, donde Φ está en radianes si t se ha dado en segundos. **a)** ¿Cuál es la velocidad angular en $t = 2,0 \text{ s}$, y en $t = 4,0 \text{ s}$? **b)** ¿Cuál es la aceleración angular promedio en el intervalo de tiempo que comienza en $t = 2,0 \text{ s}$ y termina en $t = 4,0 \text{ s}$? **c)** ¿Cuál es la aceleración angular instantánea al principio y al final de este intervalo de tiempo?

(31) Un móvil recorre una circunferencia de **80 cm** de radio en el sentido horario, con una frecuencia $f = 10 \text{ Hz}$. Calcule: **a)** la velocidad angular del movimiento; **b)** la velocidad y aceleración en módulo. **c)** Dibuje la trayectoria e indique sobre ella ambos vectores.

(32) ¿Cuántas veces por día coinciden las agujas horarias y minuteru de un reloj? ¿A qué hora se producen las coincidencias?

(33) Una rueda gira con una aceleración angular α dada por: $\alpha(t) = 4at^3 - 3bt^2$ donde t es el tiempo y a y b son constantes. Si la rueda tiene una velocidad inicial ω_0 , escriba las ecuaciones para: **a)** la velocidad angular y **b)** el ángulo girado, en función del tiempo.

(34) Un ciclista que se encuentra detenido en un semáforo se pone en movimiento al encenderse la luz verde. Luego de recorrer **10 m** con aceleración constante, su velocidad es de **8 m/s**. Calcule: **a)** el tiempo que tarda en alcanzar esa velocidad; **b)** la aceleración angular de sus ruedas; **c)** la aceleración angular de sus pedales; **d)** el número de vueltas que da la rueda; **e)** el número de vueltas que da el pedal. $R_{rueda} = 35 \text{ cm}$; $R_{corona} = 10 \text{ cm}$; $R_{piñón} = 4 \text{ cm}$.

(35) Un niño hace girar una piedra en un círculo horizontal situado a **1,9 m** sobre el suelo por medio de una cuerda de **1,4 m** de longitud. La cuerda se rompe, y la piedra sale disparada horizontalmente, golpeando en el suelo a **11 m** de distancia. ¿Cuál fue la aceleración centrípeta de la piedra mientras estaba en movimiento circular?

(36) Dos autos se desplazan por caminos perpendiculares, uno hacia el norte a **60 km/h** y el otro hacia el este a **80 km/h**. Calcule la velocidad relativa de un auto respecto del otro. ¿Depende ésta de la posición de los autos?

(37) Desde la costa de un río se observa que un buque pasa a una velocidad de **6,2 m/s** cuando navega aguas abajo y de **3,8 m/s** cuando navega aguas arriba. Halle la velocidad del buque y de la corriente del río.

(38) Un hombre en un bote navega corriente arriba por un río y lleva una botella sobre la popa del bote. Mientras el bote pasa bajo un puente, la botella cae al agua sin que el tripulante se dé cuenta. Durante **20 min** el bote continúa aguas arriba mientras la botella flota aguas abajo. Al cabo de **20 minutos** el hombre ve que la botella ha desaparecido, vuelve el bote y se mueve aguas abajo con la misma velocidad que antes respecto del agua. Toma la botella **2 km** más abajo del puente. ¿Cuál es la velocidad del río?

(39) El piloto de un avión marca en su brújula de a bordo un rumbo oeste manteniendo una velocidad de **120 km/h**. Luego de volar **media hora** se encuentra en un punto situado a **69 km** al **oeste** y **12 km** al **sur** de su punto de partida. Determine: **a)** la velocidad del viento en magnitud, dirección y sentido; **b)** la velocidad del avión respecto de tierra; **c)** el rumbo que deberá fijar el piloto para dirigirse hacia el oeste; **d)** la velocidad del avión respecto de tierra en este último caso.

(40) Los siguientes enunciados pueden ser verdaderos, falsos o verdaderos bajo ciertas hipótesis restrictivas. Indique en cada caso su elección justificándola.

a) Si un móvil recorre la mitad de su trayectoria a V_1 y la otra mitad a V_2 , su velocidad media es $(V_1 + V_2)/2$. **b)** Si un móvil viaja la mitad del tiempo a V_1 y la otra mitad a V_2 , su velocidad media es $(V_1 + V_2)/2$. **c)** El vector velocidad puede tener componente perpendicular a la trayectoria. **d)** El vector aceleración puede tener componente perpendicular a la trayectoria. **e)** Si la aceleración de un móvil es constante, su velocidad cambia en magnitud pero no su dirección. **f)** Cuando se arroja un cuerpo hacia arriba se observa que la resistencia del aire produce un tiempo de subida menor al tiempo de caída hasta la altura de partida. **g)** En un movimiento circular uniforme el vector aceleración es constante. **h)** En un movimiento del que se conoce $v(t)$ se puede conocer $a(t)$ sin más datos. **i)** En un movimiento del que se conoce $v(t)$ se puede conocer la posición $r(t)$ sin más datos.



2.- Dinámica de una partícula.

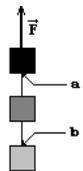
(1) En cierto planeta la aceleración de la gravedad es $g' = 5g$. Analice las siguientes afirmaciones y diga si son verdaderas o falsas, fundamentando sus respuestas:

- a) El kilogramo patrón pesa allí 5 kg .
- b) La masa del Kilogramo Patrón es allí de 5 kg .
- c) Si al Kilogramo Patrón se lo coloca allí sobre una mesa y se lo empuja con una fuerza horizontal de 1 kg adquiere una aceleración igual a $5g$.
- d) Si al Kilogramo Patrón se lo deja caer allí en caída libre, al cabo de cierto tiempo habrá recorrido una distancia 5 veces mayor que en Tierra.

(2) a) Un hombre aplica sobre un carrito una fuerza F de 30 kg . El carrito adquiere una aceleración de 3 m/s^2 . ¿Cuál es la masa del carrito cargado? b) Si al carrito le sacamos bultos de manera que la masa se reduzca a la mitad y suponemos que el hombre realiza la misma fuerza, ¿cuál será ahora la aceleración?

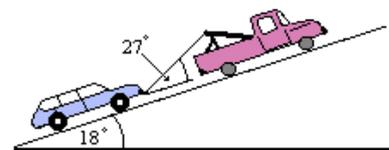
(3) a) Un paquete de 2 kg se sostiene con la mano y ésta sube con una aceleración dirigida hacia arriba, de módulo $a = 3 \text{ m/s}^2$ (constante). ¿Qué fuerza ejerce la mano sobre el paquete? b) Idem a) en el caso en que la mano baje con $a = 3 \text{ m/s}^2$, dirigida hacia abajo. c) Idem, en el caso en que la mano baje con $a = 3 \text{ m/s}^2$, dirigida hacia arriba.

(4) Un conjunto de tres cajas de masa 500 g cada una, unidas con cuerdas de masa despreciable, se levanta verticalmente con una aceleración constante de $2,50 \text{ m/s}^2$. Halle: a) La fuerza que actúa en cada uno de los puntos indicados en la figura, b) la fuerza F ejercida por el agente que eleva el sistema.

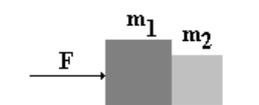


(5) Un bloque se encuentra apoyado sobre la superficie rugosa de un plano inclinado que forma un ángulo α con la horizontal. Si se aplica horizontalmente una fuerza F : a) Halle una expresión de F si el cuerpo sube con velocidad constante. b) Demuestre que si α es mayor que determinado ángulo crítico α_c no se puede hacer subir el bloque cualquiera sea el valor de F . c) Encuentre el valor del ángulo crítico α_c para $\mu = 0,2$.

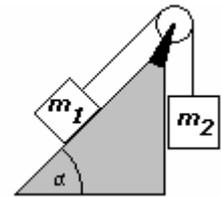
(6) Un automóvil de 1200 kg está siendo arrastrado sobre un plano inclinado por medio de un cable atado a la parte trasera de un camión grúa, como muestra la figura. ¿Cuál es la mayor distancia que el automóvil puede ser arrastrado en los primeros $7,5 \text{ s}$ después de arrancar desde el reposo si el cable tiene una resistencia a la rotura de $4,6 \text{ kN}$? Desprecie todas las fuerzas resistivas sobre el automóvil.



(7) Dos bloques están en contacto sobre una mesa carente de fricción. Se aplica una fuerza horizontal a un bloque, como se muestra en la figura. a) Si $m_1 = 2,3 \text{ kg}$, $m_2 = 1,2 \text{ kg}$ y $F = 3,2 \text{ N}$, halle la fuerza de contacto entre los dos bloques. b) Demuestre que si la misma fuerza F se aplica a m_2 en lugar de a m_1 , la fuerza de contacto es $2,1 \text{ N}$, distinto del valor hallado en a). Explique.

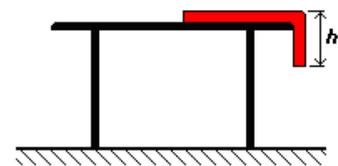


(8) El sistema de la figura, formado por dos partículas de masa m_1 y m_2 , está acelerado de tal manera que la masa m_1 sube recorriendo todo el plano en un tiempo t_0 . Intercambiando las partículas (o sea m_2 sobre el plano y m_1 suspendida) la masa m_2 sube recorriendo todo el plano en un tiempo $t_1 = 2 t_0$. Sabiendo que $m_2/m_1 = 3/2$ halle α (ángulo que forma el plano con la horizontal). No hay rozamiento y $V(0) = 0$.



(9) Una plataforma de ferrocarril está cargada con cajas de empaque que tienen un coeficiente de fricción estática de $0,25$ con el piso. Si el tren se mueve a 48 km/h , ¿cuál es la mínima distancia en que puede detenerse el tren sin que resbalen las cajas?

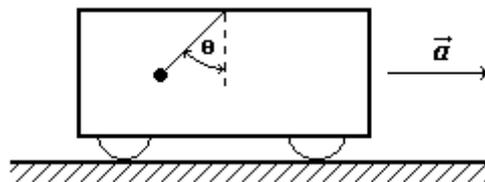
(10) Una cuerda homogénea e inextensible de masa m y longitud L , descansa sobre una mesa sin fricción de tal forma que uno de sus extremos cuelga a un lado de la mesa como se ve en la figura. La porción de cuerda instantáneamente suspendida es h . Inicialmente $h = h_0$ y la cuerda está en reposo. **a)** Halle la aceleración de un punto cualquiera de la cuerda en función de h . **b)** Halle la velocidad de un punto cualquiera de la cuerda en función de h .



(11) Colgado de un dinamómetro que pende del techo de un ascensor se coloca un cuerpo de 2 kg de masa. Halle las lecturas del dinamómetro en los casos en que el ascensor tenga aceleración igual a: **a)** $g/10$ hacia arriba; **b)** $g/10$ hacia abajo; **c)** nula; **d)** ¿Qué sucede si en vez del dinamómetro se usa una balanza de contrapesos?

(12) Se aplica una fuerza F_x , durante 20 s , a un cuerpo de 500 kg de masa. El cuerpo inicialmente en reposo, adquiere una velocidad de $0,5 \text{ m/s}$ como resultado de la fuerza. Si esta fuerza aumenta durante 15 s linealmente con el tiempo a partir de 0 y entonces disminuye a 0 en 5 s , también linealmente, **a)** represente la fuerza en función del tiempo, **b)** halle el impulso en el cuerpo causado por la fuerza; **c)** halle la máxima fuerza ejercida sobre el cuerpo, **d)** calcule el área bajo la curva y compare el resultado con **b)**. (Suponga que la fuerza F_x es la única que actúa sobre el cuerpo).

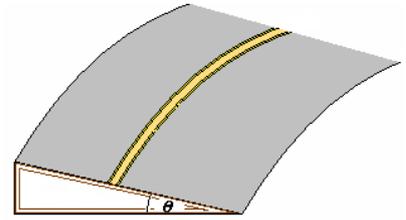
(13) Un péndulo pende del techo de un vehículo como se muestra en la figura. Halle el ángulo de equilibrio del péndulo (imagine al vagón, indistintamente, desplazándose aceleradamente hacia la derecha, o desplazándose hacia la izquierda mientras frena).



(14) La posición de una partícula de masa 6 kg está dada por: $\vec{r}(t) = (3t^2 - 6t; -4t^3; 3t + 2)(m)$.

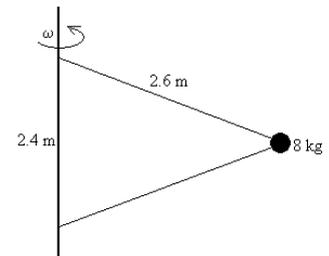
Encuentre: **a)** la fuerza que actúa sobre la partícula; **b)** el torque con respecto al origen de la fuerza que actúa sobre la partícula y **c)** la cantidad de movimiento lineal y la cantidad de movimiento angular de la partícula con respecto al origen.

(15) La superficie del pavimento de una curva circular peraltada forma un ángulo $\theta = 20^\circ$ con el plano horizontal. El radio de la curva es de **58 m**. Considerando que los coeficientes de rozamiento estático medio entre los neumáticos de un automóvil y el material de la carretera son **0,8** cuando está seca y **0,5** cuando está húmeda, halle las velocidades máximas (en **km/h**) a la que se puede circular en esa curva cuando la carretera está seca y cuando está mojada.

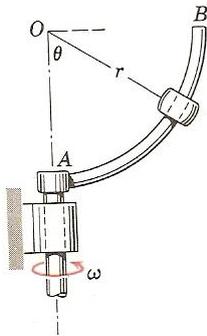


(16) Un objeto cuya masa es de **120 g**, amarrado a una cuerda de **80 cm** de largo se hace girar durante **60 s** en una circunferencia de modo que la cuerda describa la superficie de un cono. Un dispositivo como éste se llama "péndulo cónico". La cuerda forma un ángulo de **30°** con la vertical. Calcule: **a)** la velocidad del objeto; **b)** la tensión de la cuerda; **c)** el momento lineal; **d)** el momento angular respecto al punto fijo de la cuerda; **e)** el torque de la fuerza peso respecto al punto fijo de la cuerda. Verifique la relación entre torque y momento angular.

(17) Un bloque de **8 kg** está sujeto a una barra vertical mediante dos cuerdas de igual longitud y masa despreciable. Cuando el sistema gira alrededor del eje de la barra las cuerdas están tensadas, según se muestra en la figura. **a)** ¿Cuántas revoluciones por minuto ha de dar el sistema para que la tensión de la cuerda superior sea de **250 N**? **b)** ¿Cuál es entonces la tensión de la cuerda inferior?

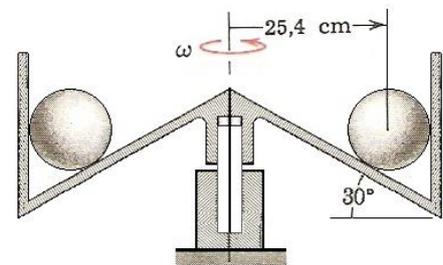


(18) Un artista de circo guía una motocicleta por el lado interior de un cilindro rugoso vertical sin deslizarse hacia abajo. ¿Cuál es la velocidad si el radio del cilindro es de **20 m** y el coeficiente de roce es **0,5**?



(19) Un anillo está libre para moverse a lo largo del árbol circular **AB** con rozamiento despreciable. Si el árbol gira alrededor del eje vertical **OA** con una velocidad angular ω , calcule el ángulo θ que determina la posición de equilibrio que toma el anillo.

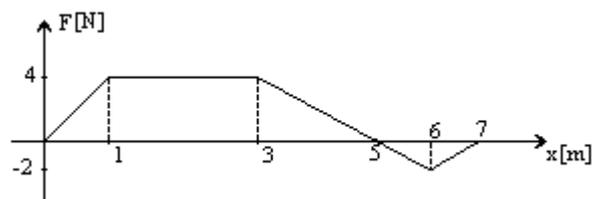
(20) Un recipiente cónico gira alrededor de su eje vertical a razón de **60 rev/min**, arrastrando dos esferas como muestra la figura. Si la masa de cada esfera es **3,6 kg**, halle la fuerza de contacto entre cada esfera y la superficie vertical del recipiente.





3.- Trabajo y energía.

- (1) Determine el trabajo que un viajero realiza sobre una valija de **15 kg** cuando:
- a) la sostiene durante **5 minutos** mientras espera el colectivo.
 - b) corre con ella una distancia horizontal de **10 m** con velocidad constante para alcanzarlo.
 - c) la levanta **80 cm**, con velocidad constante, para entrar en el colectivo.
 - d) la mantiene en el portavalijas durante un trayecto de **5 km** con aceleraciones, frenadas y tramos curvos.
 - e) la baja a velocidad constante por una rampa de **20 m** de longitud que forma un ángulo de **10°** con la horizontal al salir de la terminal.
 - f) la levanta rápidamente ($a = 1 \text{ m/s}^2$) a **1 m** de altura para protegerse con ella del perro que corre a saludarlo al llegar a su casa.
- (2) Un pescador realiza un esfuerzo considerable para trasladar **50 m** dos cajas con pescado de **30 kg** cada una, llevándolas colgadas en los extremos de una barra que apoya sobre su hombro.
- a) ¿Cuál es el trabajo que hace el hombre en el traslado si se mueve a velocidad constante?
 - b) ¿Cuánto trabaja al levantar la barra hasta su hombro ($h \cong 1,70 \text{ m}$) también a velocidad constante?
 - c) ¿Cuánto al bajar las cajas con una aceleración hacia abajo de $g/10$?
 - d) ¿Cuál es el trabajo que las cajas reciben durante todo este proceso?
- (3) En la figura se representa la fuerza que actúa sobre un cuerpo en movimiento en función de su posición respecto de un sistema de referencia dado. El movimiento es rectilíneo y la fuerza es aplicada en su misma dirección.
- a) Calcule el trabajo que realiza la fuerza cuando el cuerpo se mueve desde el origen de coordenadas hasta $x_1 = 3 \text{ m}$.
 - b) Calcule el trabajo realizado por la fuerza durante el movimiento entre la posición $x_1 = 3 \text{ m}$ y la posición $x_2 = 7 \text{ m}$.
 - c) Calcule el trabajo total realizado por la fuerza entre el origen y la posición final $x_2 = 7 \text{ m}$.



- (4) Un hombre que corre tiene la mitad de la energía cinética de un niño que a su vez tiene la mitad de masa de la del hombre. El hombre aumenta su velocidad en **1 m/s** y entonces adquiere la misma energía cinética que el niño. ¿Cuáles eran las velocidades iniciales del hombre y el niño?
- (5) Se levanta un cuerpo de masa **m** a una altura **h** con **velocidad constante** y luego se lo deja caer libremente desde el reposo.
- a) Represente gráficamente la intensidad y signo de la componente vertical de la fuerza resultante que actúa sobre el cuerpo en función de su altura y del tiempo.
 - b) Represente gráficamente para el movimiento de caída la energía potencial y cinética del cuerpo en función de su altura y del tiempo.

(6) Un cuerpo de 10 kg se mueve a lo largo de una curva contenida en un plano horizontal con energía cinética constante de 10 J . Parte de la curva es un arco de círculo de 50 cm de radio. **a)** ¿Cuál es la fuerza neta que actúa sobre el cuerpo en ese tramo circular de la trayectoria? **b)** ¿Cuál es el trabajo que realiza esta fuerza? **c)** ¿Cuál es el trabajo realizado por el cuerpo en los tramos no circulares de la trayectoria? ¿Depende este valor de la forma geométrica de la trayectoria?

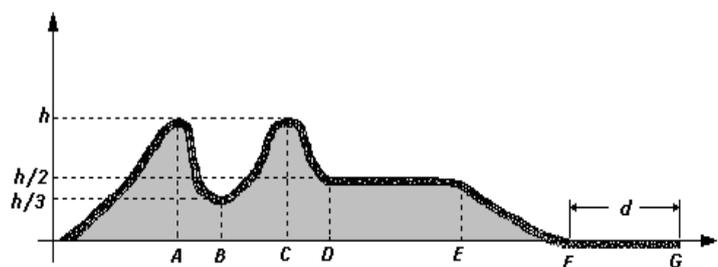
(7) Un motor eléctrico debe accionar una bomba de agua para llenar un tanque de 1250 L de capacidad instalado en la terraza de un edificio de 25 m de altura en un tiempo máximo de 3 hs . **a)** Calcule la potencia necesaria del motor en **HP** si el conjunto motor-bomba tiene un rendimiento del 80% . **b)** Si el motor funciona 20 horas al día y el costo de la electricidad es de 10 pesos por cada kW . hora, estime el costo mensual del suministro de agua del edificio. $1 \text{ HP} = 745,7 \text{ W}$.

(8) En un teleférico para esquiadores con capacidad para 100 personas , una máquina eleva a los 100 pasajeros, que promedian 667 N de peso, a una altura de 152 m en $55,0 \text{ s}$, a velocidad constante. Halle la potencia suministrada por el motor, suponiendo que no existan pérdidas por fricción.

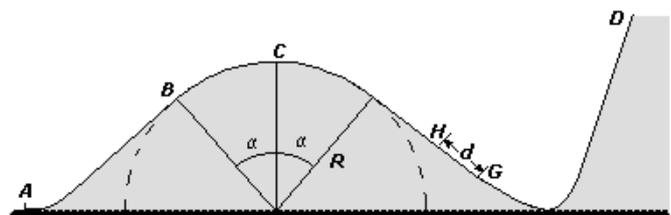
(9) Valiéndose de consideraciones de trabajo y energía cinética, demuestre que, si el conductor aplica a fondo los frenos, la distancia en que se detiene un automóvil de masa m que marcha por una carretera horizontal a velocidad v es $v^2/(2\mu g)$, donde μ es el coeficiente de rozamiento dinámico entre las ruedas y la carretera.

(10) Dos ciclistas remontan una rampa de 100 m de largo y 20° de inclinación. Uno de ellos ya estaba con velocidad inicial cuando comenzó a subir, y llegó a la cima con velocidad cero. El otro, parte del reposo y también culmina con velocidad cero. El primero de ellos efectuó la mitad de trabajo que el segundo. ¿Cuál fue la velocidad inicial del primero? (Ambos ciclistas con sus bicicletas pesan lo mismo).

(11) Un esquiador parte con velocidad v_0 de la cumbre A de la figura. Suponga que entre los esquís y la nieve se puede despreciar el rozamiento. Calcule su energía potencial, su energía cinética y su energía mecánica total en los puntos B , C , D , E y F . ¿Qué fuerza media debe recibir si, comenzando a frenar en F quiere detenerse en G ?



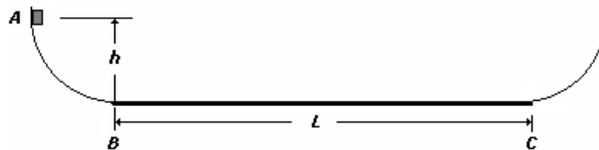
(12) En un lugar del "Córdoba Shopping Center" había un juego consistente en un pista, con "lomo de burro" y rampas, como se esquematiza en la figura. El juego consistía en lanzar un tejo desde A , de tal manera que quedara aprisionado en el pozo CD . Un jugador con conocimientos de física, inspirado en el juego, decidió hacer algunos cálculos como los que se piden a continuación, suponiendo la pista sin rozamiento, salvo en el tramo HG : **a)** ¿Cuál es la mínima velocidad con la que se deberá lanzar el tejo, desde A , para que supere el punto C ? **b)** ¿Cuál es la máxima velocidad con la que deberá partir el tejo, desde A , para que esté siempre en contacto con la pista? (es decir, que no vuele; si se despegaba de la pista el jugador pierde).



c) ¿Cuál es la máxima fuerza de rozamiento que puede actuar sobre el tejo, entre los puntos H y G , para que, habiendo pasado por C sin que el jugador haya perdido, regrese justo hasta el punto C ?

DATOS: $\alpha = 30^\circ$, $m = 0,2 \text{ kg}$, $R = 1 \text{ m}$, $d = 0,5 \text{ m}$.

(13) Un objeto pequeño de masa $m = 234 \text{ g}$ se desliza por un carril de extremos elevados y una parte central plana, como muestra la figura. La parte plana tiene una longitud $L = 2,16 \text{ m}$. Las porciones curvas del carril carecen de fricción. El tramo horizontal tiene fricción, siendo el coeficiente de rozamiento dinámico entre las superficies igual a $0,1$. El objeto es soltado en un punto A , que tiene una altura $h = 1,05 \text{ m}$ sobre la parte plana del carril. ¿A qué distancia del punto C llega finalmente al reposo?

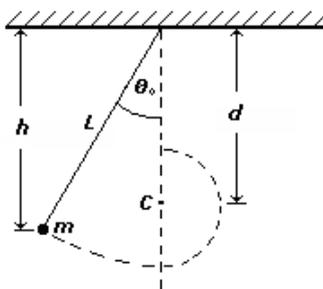
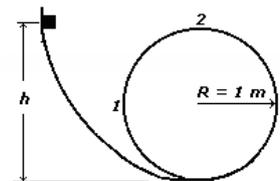


(14) El cable de un ascensor de 2000 kg se rompe cuando el ascensor se encuentra en reposo en el primer piso, a una altura de 6 m sobre un resorte amortiguador de constante elástica de 30 kN/m . Un dispositivo de seguridad comprime las guías al cuerpo del ascensor produciendo una fuerza de fricción de 10 kN en sentido opuesto a su movimiento. a) Calcule la velocidad con que el ascensor choca contra el resorte. b) Calcule la elongación de compresión del resorte. c) Determine a qué altura "rebota" el ascensor luego del choque con el resorte. d) Mediante consideraciones energéticas determine la distancia total que recorre el ascensor en sus "rebotes" hasta que se detiene.

(15) Se apoya un cuerpo de masa m sobre un resorte, observándose que en el equilibrio el resorte se comprime una distancia x_0 a partir del estado de no deformación.

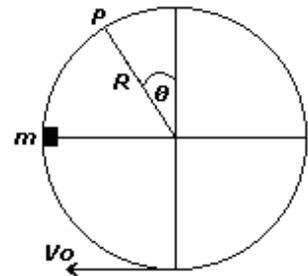
a) ¿Desde que altura debe dejarse caer el cuerpo para que el resorte se comprima una distancia de $3x_0$ desde su estado de no deformación? b) ¿Qué pasa luego de ese instante con el cuerpo? c) ¿Qué velocidad tiene en el momento en que el resorte está comprimido x_0 ? d) ¿Qué altura alcanza el cuerpo luego de "rebotar" contra el resorte?

(16) Un pequeño bloque de masa $m = 20 \text{ g}$ resbala en una vía sin rozamiento en forma de rizo. Parte del reposo a partir de una altura $h = 5 \text{ m}$. Determine: a) la fuerza resultante que actúa sobre el riel en la posición 1. b) Desde que altura respecto del punto más bajo deberá dejarse caer para que la fuerza sobre el riel en el punto 2 sea igual al peso del bloque.



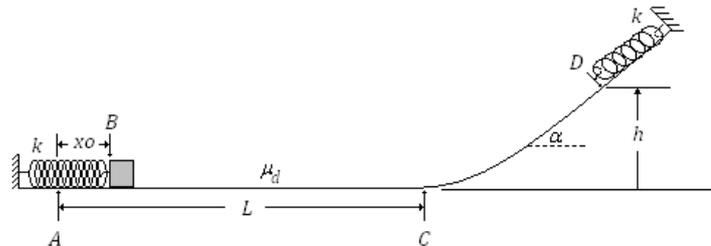
(17) Un péndulo de longitud L tiene una lenteja de masa m . Se lo deja libre en una posición angular θ_0 . La cuerda choca contra un clavo situado a una distancia d directamente debajo del pivote, de modo que para el movimiento inmediatamente posterior el péndulo acorta su longitud a $L - d$. a) Si inicialmente el péndulo se suelta desde una distancia h mayor que d . Demuestre que la altura a la que llega el péndulo acortado es igual a su altura de partida h . b) Demuestre que d debe ser por lo menos igual a $0,6 L$ si se desea que la lenteja del péndulo de una vuelta completa arrollándose alrededor del clavo.

(18) Una partícula de masa m se mueve sobre la vía de la figura, consistente en una circunferencia vertical de radio R . Es posible despreciar el rozamiento. Cuando la partícula se halla en su posición más baja tiene una velocidad tangente a la vía de valor v_0 . **a)** ¿Cuál es el mínimo valor v_m de v_0 para el cual la partícula puede girar la circunferencia completa sin perder contacto con la vía? **b)** Suponga ahora que $R = 1 \text{ m}$ y $v_0 = 5 \text{ m/s}$. En tal caso la partícula ascenderá por la vía hasta el punto P donde perderá el contacto describiendo una trayectoria sin contacto con la vía. ¿Qué forma tiene esta trayectoria? Calcule la posición angular θ del punto P .



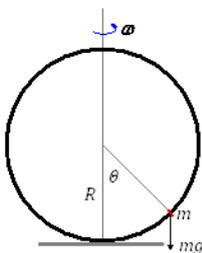
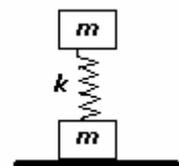
(19) Una pequeña esfera de masa m se pone en rotación describiendo un círculo vertical, por medio de una cuerda que se mantiene tensa en todo momento. Comprobar que si T_1 es la tensión de la cuerda en la posición más baja de la trayectoria y T_2 es la tensión en la parte más alta de la trayectoria, entonces vale la relación: $T_1 = T_2 + 6 m g$.

(20) Un resorte es comprimido por un cuerpo de masa m una distancia x_0 . Se suelta el sistema desde el reposo en el punto A y el cuerpo se desprende del resorte en B . Si solamente existe rozamiento en el tramo de longitud L : **a)** ¿cuánto se comprimirá un resorte idéntico al anterior situado sobre el plano inclinado? **b)** ¿Cuál es la nueva compresión del resorte horizontal cuando el cuerpo retorna hacia él? **c)** ¿Cuál es la máxima velocidad que tiene el cuerpo durante su desplazamiento?



$k = 1000 \text{ N/m}$, $m = 3 \text{ kg}$, $\alpha = 55^\circ$, $x_0 = 0.5 \text{ m}$, $\mu_d = 0,1$, $h = 1 \text{ m}$, $L = 2 \text{ m}$.

(21) Considere dos bloques de masa m unidos por un resorte de constante elástica k . El sistema formado por dos bloques y el resorte descansa en forma vertical sobre una mesa tal como se muestra la figura. ¿En cuánto debe comprimirse el resorte con respecto al largo natural para que al soltar el sistema este eventualmente despegue de la mesa?



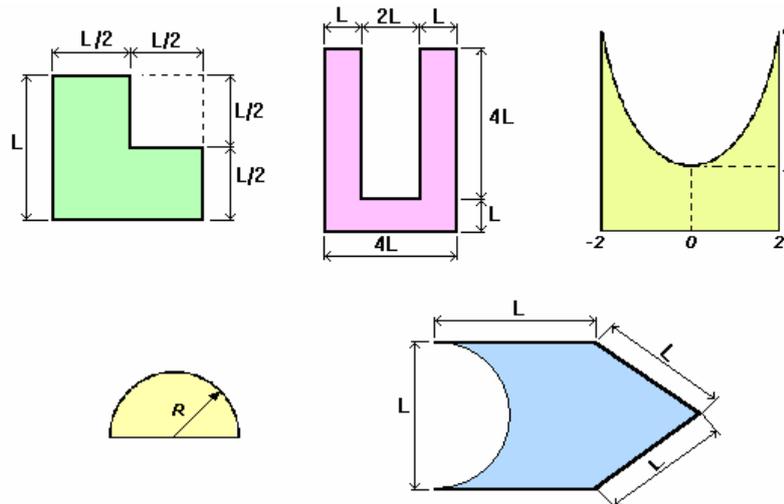
(22) Un aro de radio R gira en un plano vertical con velocidad angular ω sobre un diámetro vertical. Un anillo de masa m , enhebrado en el aro como se indica en la figura, puede deslizarse sin fricción. **a)** Halle las posiciones en las que el aro pueda encontrarse en equilibrio estable y determine las condiciones que deben cumplirse para que ello suceda. **b)** Represente gráficamente la energía potencial del anillo en el caso en que $\omega < \sqrt{g/R}$ y cuando $\omega > \sqrt{g/R}$.

(23) La esfera de masa m de un péndulo de longitud L se sostiene inicialmente en su posición vertical de equilibrio. Cuando sopla un viento con una fuerza constante F , se la suelta. **a)** Halle la altura máxima que alcanza la esfera del péndulo. **b)** Encuentre la altura de equilibrio y diga si éste es estable, inestable o indiferente.



4.- Dinámica de un sistema de partículas.

(1) Halle el centro de masa de las siguientes figuras usando el método más conveniente.

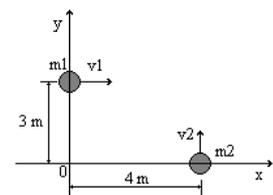


(2) La densidad de una varilla de longitud L y sección uniforme aumenta de un extremo a otro de acuerdo con la ley $\lambda(x) = \lambda_0(1 + ax)$. Se quiere suspender la varilla de una cuerda. La cuerda sujetará a la varilla en un punto de tal manera que ésta cuelgue horizontalmente. Halle la posición de ese punto.

(3) Un Renault con una masa de 2210 kg se está moviendo a lo largo de un tramo recto de carretera a 105 km/h . Es seguido por un Fiat de 2080 kg de masa que se mueve a 43.5 km/h . ¿Qué velocidad tiene el centro de masa de los dos automóviles?

(4) Tres partículas de masas $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 5 \text{ kg}$ y $m_3 = 2 \text{ kg}$ se mueven de tal manera que su centro de masa tiene una velocidad $v_{CM} = (4; 0) \text{ m/s}$. Sabiendo que $v_1 = (-1; 6) \text{ m/s}$ y $v_2 = 5 \text{ m/s}$ formando un ángulo de -90° con el eje X , determine la velocidad de la tercera partícula.

(5) Dadas las partículas de la figura, con $m_1 = 4 \text{ kg}$, $m_2 = 6 \text{ kg}$, $v_1 = (2; 0) \text{ m/s}$ y $v_2 = (0; 3) \text{ m/s}$. a) Determine el momento angular total del sistema relativo a O y relativo al centro de masa y verificar la relación entre ambos valores. b) Determine la energía cinética total relativa a O y relativa al centro de masa y verifique la relación entre ambas.



(6) Dos partículas de masas 2 kg y 3 kg se mueven, con relación a un observador en reposo, con velocidades de $(10; 0) \text{ m/s}$ y 8 m/s con un ángulo de 120° con el eje X , respectivamente.

a) Halle la velocidad del centro de masa. b) Expresar la velocidad de cada partícula respecto del centro de masa. c) Halle la cantidad de movimiento en el sistema CM . d) Halle la velocidad relativas de las partículas. e) Determine la energía cinética total de las partículas con relación al laboratorio y con relación a su CM .

(7) Un cuerpo de 8 kg se mueve a 2 m/s sin influencia de ninguna fuerza externa. En un cierto instante el cuerpo explota dividiéndose en dos fragmentos de igual masa, que no se apartan de la recta del movimiento original. La explosión aporta una energía adicional de 16 J al sistema. Calcule la velocidad de cada una de los dos fragmentos después de la explosión.

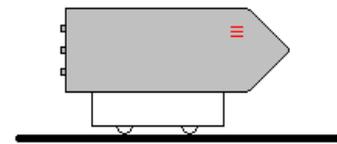
(8) Dos cuerpos tienen masas $m_1 = 1 \text{ g}$ y $m_2 = 5 \text{ g}$. Inicialmente están en reposo separados entre sí 10 cm sobre una superficie sin rozamiento. Están cargados eléctricamente de modo que se atraen entre sí. Se aceleran entonces uno hacia el otro y chocan. ¿A qué distancia están de la posición original de m_1 cuando se encuentran?

(9) Una zorra de ferrocarril de masa M rueda sin rozamiento sobre una vía recta horizontal con velocidad v_0 . Un hombre de masa m , inicialmente parado en el extremo delantero de la zorra, corre hacia atrás llegando al otro extremo con una velocidad u , respecto de la zorra. ¿Cuál es el incremento de velocidad que ha tenido la zorra durante este proceso?

(10) Un perro de $4,5 \text{ kg}$ está parado en un bote de fondo plano, de manera que se encuentra a $6,10 \text{ m}$ de la orilla. Camina $2,44 \text{ m}$ sobre el bote hacia la orilla y se detiene. El bote tiene una masa de $17,8 \text{ kg}$, y puede suponerse que no hay rozamiento entre el bote y el agua. ¿A qué distancia de la orilla estará el perro al terminar ese recorrido?

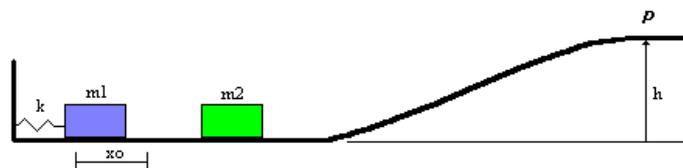
(11) Un cohete, cuya masa es 5000 kg , está preparado para ser disparado verticalmente. Si la velocidad con que los gases son expulsados respecto al cuerpo del cohete es de 800 m/s : a) ¿Qué masa de gas debe ser expulsada por segundo para suministrar un empuje inicial que contrarreste el peso del cohete? b) ¿Y para que el cohete despegue con una aceleración inicial de $29,4 \text{ m/s}^2$?

(12) Un cohete está montado horizontalmente sobre una vagoneta experimental, inicialmente en reposo. Si la masa inicial del sistema cohete-vagoneta es m_0 y la del combustible Δm , la resistencia del aire es directamente proporcional a su velocidad, el combustible se quema a un ritmo constante α (masa/tiempo) y la velocidad de expulsión de los gases respecto del cohete es constante, obtenga: a) la velocidad del sistema en función del tiempo y b) la velocidad en el instante en que se acaba el combustible.



(13) Un vagón de ferrocarril de 30 ton que viaja a $1,5 \text{ m/s}$ alcanza y choca a otro vagón que marchaba delante de él por la misma vía a $0,9 \text{ m/s}$ y que tiene una masa de 20 ton . a) Determine la velocidad de los vagones después del choque y la pérdida de energía cinética si los vagones quedan enganchados. ¿Se "pierde" esta energía cinética? b) Calcule las velocidades de ambos vagones si el choque es elástico.

(14) Un cuerpo de masa m_1 se sostiene (sin fijarlo) inicialmente contra un resorte de constante elástica k , comprimiéndolo una distancia x_0 . En un instante dado se lo suelta y choca elásticamente contra otro cuerpo de masa m_2 que se encuentra inicialmente en reposo. Los bloques deslizan sin fricción sobre la superficie cuya traza se muestra en la figura.



a) Suponga que m_1 es menor que m_2 . Calcule la deformación que sufrirá el resorte al comprimirse cuando m_1 rebote después del choque. **b)** ¿Cuál es esta deformación si $m_1 = m_2$? **c)** Suponga nuevamente que m_1 es menor que m_2 . ¿Cuál debe ser la compresión original x_0 del resorte para que el bloque m_2 pueda trepar la rampa deteniéndose en P ? ¿Puede aprovechar para esta respuesta parte de los cálculos realizados en **a)**?

(15) Una esfera de acero de 4 kg está fijada a un punto mediante una cuerda de 70 cm de largo, de masa despreciable. Se la suelta desde la posición en que la cuerda está horizontal, y al llegar al punto más bajo de su movimiento choca elásticamente contra un bloque de 20 kg que se encuentra en reposo sobre un plano horizontal. Encuentre las velocidades de la esfera y del bloque inmediatamente después del choque.

(16) Una bala de masa m se dispara con velocidad horizontal v_0 contra la lenteja de un péndulo simple de longitud L y masa M , quedando incrustada en la lenteja. Si el péndulo se hallaba originalmente en su posición de equilibrio, determine hasta qué altura sube la lenteja. Repita el cálculo suponiendo que la bala rebota elásticamente contra la lenteja.

(17) Se sostienen, sin fijarlos, dos cuerpos de masas m_1 y m_2 contra los extremos de un resorte horizontal, comprimiéndolo una cantidad x_0 . El resorte tiene una constante elástica k y todo el conjunto se apoya sobre una mesa horizontal sin fricción. Se suelta el conjunto y los dos cuerpos salen disparados en sentidos opuestos sobre la misma recta de movimiento. **a)** Calcule la relación entre sus velocidades. **b)** Halle la magnitud de dichas velocidades.

(18) Dos vehículos, **A** y **B**, viajan respectivamente hacia el este y hacia el sur por dos rutas hacia una intersección, donde chocan y quedan unidos. Antes del choque **A**, de 1500 kg , se movía a 70 km/h , mientras que **B**, de 800 kg , viajaba a 90 km/h . Determine la velocidad, en intensidad, dirección y sentido que tienen los dos vehículos unidos después del choque.

(19) Una bola de billar que se mueve con una velocidad de $2,2 \text{ m/s}$ le pega de refilón a otra bola idéntica en reposo. Después del choque se observa que una bola se mueve con una velocidad de $1,1 \text{ m/s}$ en una dirección que forma un ángulo de 60° con la del movimiento original. Calcule la velocidad de la otra bola en módulo, dirección y sentido.

(20) Después de una colisión totalmente inelástica dos objetos de la misma masa y con velocidades iniciales de igual módulo se mueven con la mitad de la energía cinética inicial total. Calcule el ángulo entre las direcciones de movimiento iniciales de los dos cuerpos.

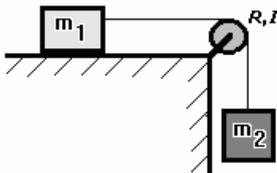
(21) Se lanza un cuerpo de masa 400 g con una velocidad de 10 m/s y un ángulo de 45° respecto de la horizontal. Al llegar a la altura máxima explota, partiéndose en 3 fragmentos de igual masa. El primero adquiere una velocidad nula después de la explosión, el segundo una velocidad horizontal de 10 m/s . **a)** Halle la velocidad del tercer fragmento. **b)** Determine la trayectoria del centro de masa después de la explosión. **c)** Halle dónde caen al suelo los tres fragmentos.

(22) Un electrón, de masa m , choca de frente con un átomo, de masa M , inicialmente en reposo. Como resultado de la colisión, una cantidad característica de energía E se almacena dentro del átomo. ¿Cuál es la velocidad inicial mínima v_0 que el electrón deberá tener para que ocurra esto?



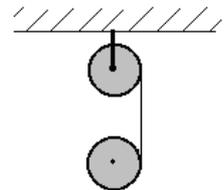
5.- Dinámica de un cuerpo rígido.

(1) Halle los momentos de inercia de un sólido plano, con forma de triángulo rectángulo isósceles, de densidad uniforme, respecto a: **a)** el eje perpendicular al plano que pasa por el centro de masa y **b)** la mediatriz que pasa por el vértice de ángulo $\pi/2$.

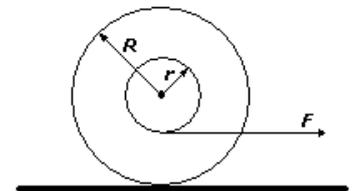


(2) En el sistema de la figura, la polea tiene un momento de inercia $I = \frac{1}{2} m R^2$ y un radio R . **a)** Si $\mu = 0,5$, halle el valor de la aceleración y de las tensiones en la cuerda. **b)** ¿Cuáles serían esos valores si $\mu = 0$?
Datos: $m_1 = 4 \text{ kg}$, $m_2 = 3 \text{ kg}$, $m = 2 \text{ kg}$.

(3) En la figura se representan dos cilindros homogéneos de radio R y masa m . El cilindro de arriba, sostenido por un eje horizontal, rota libremente. Se enrolla una cuerda y se deja caer el cilindro inferior. La cuerda no se desliza. **a)** ¿Cuál es la aceleración del centro de masa del cilindro inferior? **b)** ¿Cuál es la tensión de la cuerda? **c)** ¿Cuál es la velocidad del cilindro inferior, cuando ha caído una distancia $10 R$?

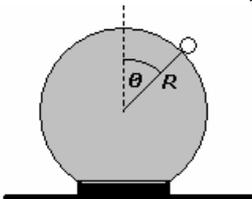
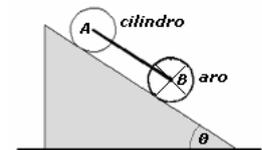


(4) Una cuerda está enrollada alrededor del pequeño cilindro de la figura, que rueda sin resbalar. Suponiendo que se jala con una fuerza $F = 1 \text{ N}$, si $r = 3 \text{ cm}$, $R = 5 \text{ cm}$ y $m = 1 \text{ kg}$, **a)** calcule la aceleración del cilindro y determine el sentido del movimiento, **b)** halle el ángulo que debe formar la cuerda con la horizontal para que el cilindro se traslade sin rotar. ¿Cuál es la aceleración del cilindro en este caso?



(5) Un cilindro de masa $m = 64 \text{ kg}$ y radio $R = 10 \text{ cm}$ es libre de girar en torno a su propio eje, el cual se mantiene fijo en un plano horizontal. Un peso que cuelga de un cordón arrollado fuertemente alrededor del cilindro desciende $4,8 \text{ m}$ en 3 s , partiendo del reposo. Halle: **a)** El peso que cuelga del cordón; **b)** la tensión en el cordón; **c)** la velocidad angular del cilindro al cabo de 2 s , calculada mediante la ecuación de Newton y **d)** Igual que en **c)**, pero calculada por conservación de la energía.

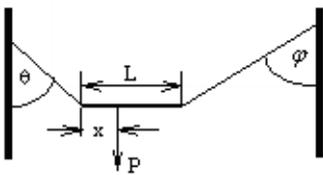
(6) Un cilindro sólido y un aro delgado, de masas iguales m y radios R , están unidos mediante una barra AB y ruedan por un plano inclinado en la forma indicada en la figura. Halle: **a)** la aceleración del sistema a lo largo del plano, **b)** la fuerza que se desarrolla en la barra AB . Suponga que ambos cuerpos ruedan sin resbalar, que la masa de la barra es despreciable y que no hay rozamiento en los ejes.



(7) Una bolita de radio r rueda sin deslizar sobre una esfera fija de radio R partiendo desde la parte superior de ésta, desde el reposo. Calcule el ángulo θ para el cual la bolita se desprende de la esfera.

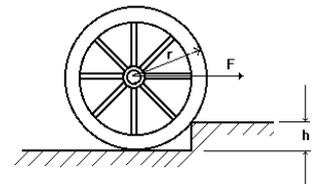
(8) Un hombre está sobre una plataforma giratoria sin fricción, la cual gira con una rapidez de $1,0 \text{ rev/s}$; sus brazos están extendidos y sujeta una pesa en cada mano. Con sus manos en esta posición, el momento de inercia del hombre, las pesas y la plataforma respecto al eje de giro es de $6,0 \text{ kg m}^2$. Si al tirar los pesos el hombre reduce el momento de inercia a $2,0 \text{ kg m}^2$, **a)** ¿Cuál es la velocidad angular resultante de la plataforma? **b)** ¿Cómo ha variado la energía cinética?

(9) Una rueda está girando con una velocidad angular de 800 rev/min sobre un eje cuyo momento de inercia es despreciable. Una segunda rueda, inicialmente en reposo, y con un momento de inercia igual al doble de la primera, se acopla repentinamente al mismo eje. **a)** ¿Cuál es la velocidad angular de la combinación resultante del eje y de las dos ruedas? **b)** ¿Cómo cambia la energía cinética rotacional del sistema?



(10) Una barra no uniforme de peso P está suspendida en reposo en una posición horizontal por dos cuerdas delgadas como se muestra en la figura; el ángulo que forma una cuerda con la vertical es θ ; la otra forma un ángulo ϕ con la vertical. La longitud de la barra es L . Halle la distancia x desde el extremo izquierdo hasta el centro de gravedad.

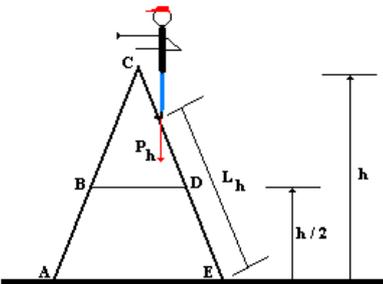
(11) ¿Qué fuerza mínima F , aplicada horizontalmente en el eje de la rueda de la figura, es necesaria para elevar la rueda sobre un obstáculo de altura h ? Tome r como el radio de la rueda y P como su peso.



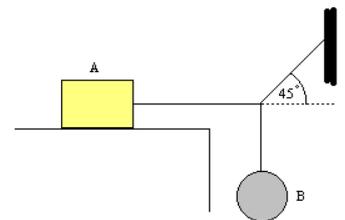
(12) En la escalera de la figura:

$$\overline{AC} = \overline{CE} = 2,5 \text{ m}; \overline{BD} = 0,8 \text{ m}; m_h = 87 \text{ kg}; L_h = 1,8 \text{ m}.$$

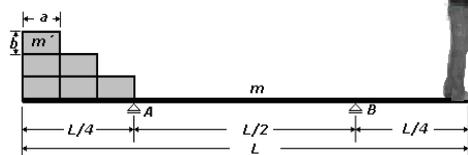
La cuerda \overline{BD} se encuentra a la mitad de la altura de la escalera. Suponiendo que el suelo no tiene fricción y despreciando el peso de la escalera, encuentre: **a)** la tensión en la cuerda \overline{BD} , **b)** las reacciones del suelo sobre la escalera.



(13) El bloque A de la figura pesa 100 N . El coeficiente de rozamiento estático entre el bloque y la superficie es $0,30$. El peso B es de 20 N y el sistema está en equilibrio. Calcule: **a)** la fuerza de rozamiento ejercida sobre el bloque A. **b)** El máximo peso B para el cual el sistema puede quedar en equilibrio.



(14) Un albañil de masa $M = 80 \text{ kg}$ trabaja ubicado en el extremo de un andamio armado con un tablón uniforme de masa $m = 10 \text{ kg}$ y longitud $L = 4,8 \text{ m}$, como muestra la figura. Para mantener el equilibrio ha colocado 6 bloques de cemento, cada uno de masa $m' = 6 \text{ kg}$ y dimensiones $a = 40 \text{ cm}$ y $b = 20 \text{ cm}$.



a) Calcule las reacciones en los apoyos A y B. **b)** ¿Cuál es la masa máxima que puede tener un albañil situado en esa posición de manera tal que no se produzca la caída de la estructura?

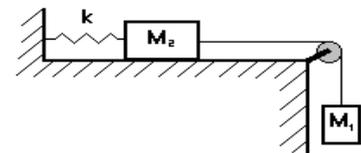


6.- Movimiento oscilatorio.

(1) Un oscilador armónico simple es descrito por la ecuación: $x(t) = 4 \cdot \text{sen}(0,1t + 0,5)$ donde todas las cantidades se expresan en unidades del SI. Encuentre: **a)** la amplitud, el período, la frecuencia y la fase inicial del movimiento; **b)** la velocidad y la aceleración instantáneas; **c)** las condiciones iniciales y **d)** la posición, velocidad y aceleración para $t = 5 \text{ s}$. **e)** Haga un gráfico de la posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.

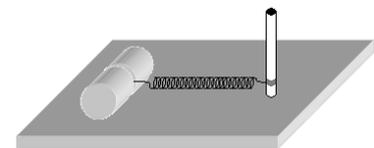
(2) Una partícula en movimiento oscilatorio armónico tiene una amplitud de 2 mm . La masa de la partícula es de 1 g y su aceleración en el extremo de su recorrido vale 80 m/s^2 . Calcule: **a)** el período de oscilación y la frecuencia y **b)** el módulo de la fuerza actuante sobre la partícula en el extremo de su recorrido.

(3) El sistema de la figura, que se encuentra inicialmente en equilibrio, se pone en movimiento imprimiéndole a la masa M_1 una velocidad V_0 hacia abajo. **a)** Calcule como varía la posición de la masa M_2 con el tiempo. **b)** Calcule como varía la tensión de la cuerda con el tiempo.

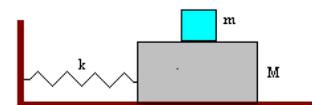


(4) Un cuerpo de masa m está unido a dos resortes de constantes K_1 y K_2 respectivamente. Las longitudes libres de los resortes son iguales a L . Los extremos libres de los dos resortes se fijan a dos paredes que distan entre sí $3L$. **a)** Determine la posición de equilibrio del cuerpo. **b)** ¿Cuál es la frecuencia de oscilación del cuerpo alrededor de su punto de equilibrio?

(5) Un cilindro macizo va unido a un resorte horizontal sin masa, de manera que puede rodar sin resbalar sobre una superficie horizontal, como se representa en la figura. La constante de fuerza k del resorte es de 3 N/m . **a)** Demuestre que bajo estas condiciones el centro de masa del cilindro ejecuta un movimiento armónico simple, y halle su período. **b)** Si se suelta el sistema a partir del reposo en una posición en la cual el resorte está estirado $0,25 \text{ m}$, encuentre la energía cinética de traslación y la energía cinética de rotación del cilindro en el momento en que pasa por la posición de equilibrio.



(6) Dos bloques ($m = 1,22 \text{ kg}$ y $M = 8,73 \text{ kg}$) y un resorte ($k = 344 \text{ N/m}$) están dispuestos sobre una mesa horizontal sin fricción, como se muestra en la figura. El coeficiente de fricción estática entre los bloques es $0,42$. Halle la amplitud máxima posible del movimiento armónico simple sin que ocurra un deslizamiento entre los bloques.



(7) Un péndulo simple de longitud $L = 80 \text{ cm}$ realiza un movimiento oscilatorio cuya amplitud es $A = 10 \text{ cm}$ medida a lo largo de la trayectoria circular que describe la masa del péndulo. **a)** ¿Cuál es la velocidad del péndulo en el punto más bajo de la trayectoria? **b)** Calcule la aceleración en las posiciones de amplitud máxima. **c)** ¿Cuál es el período de oscilación?

(8) Halle la relación entre la longitud de un péndulo ideal y la distancia entre el eje de rotación al centro de masa de un péndulo físico, para que con la misma masa se obtenga el mismo período.

(9) Un reloj de péndulo tiene un período de 1 s en un punto de la Tierra en que la aceleración de la gravedad es de $9,8121\text{ m/s}^2$. **a)** Calcule la frecuencia de oscilación del reloj. **b)** Si dicho reloj se encuentra dentro de un ascensor, calcule la frecuencia de oscilación si el ascensor sube con una aceleración a . **c)** Idem b) pero con el ascensor bajando. **d)** Calcule cuánto atrasaría diariamente si se lo llevase al Ecuador, donde $g = 9,781\text{ m/s}^2$.

(10) Una varilla de 30 cm de largo, suspendida de un extremo, oscila con un período de $1,0\text{ s}$. Cuando se la suspende del otro extremo, oscila con un período de $0,896\text{ s}$. Halle la posición del centro de masa de la varilla y el momento de inercia respecto a un eje perpendicular que pasa por el centro de masa.

(11) Encuentre la ecuación de la trayectoria del movimiento resultante de la combinación de dos movimientos armónicos simples perpendiculares cuyas ecuaciones son: $x(t) = 4\text{ sen}(\omega t)$, $y(t) = 3\text{ sen}(\omega t + \alpha)$ cuando $\alpha = 0, \pi/2$ y π . Realice un gráfico de la trayectoria de la partícula para cada caso y señale el sentido en el cual viaja.

(12) Encuentre la ecuación del movimiento resultante de la superposición de dos movimientos armónicos simples paralelos cuyas ecuaciones son: $x_1(t) = 6\text{ sen}(2t)$ y $x_2(t) = 8\text{ sen}(2t + \alpha)$. Si $\alpha = 0, \pi/2$ y π , haga un gráfico x vs t de cada movimiento y del movimiento resultante en cada caso.

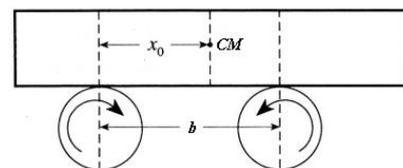
(13) Una masa de 1 kg está suspendida de un resorte cuya constante elástica es $k = 100\text{ N/m}$. Se observa que después de 30 ciclos la amplitud de oscilación se reduce a $1/e$ de su valor inicial. **a)** Calcule el coeficiente de fricción. **b)** ¿Cuánto vale la frecuencia de oscilación? **c)** Calcule el tiempo de vida media del oscilador.

(14) Un péndulo simple tiene un período de 2 s y amplitud de 2° . Después de dos oscilaciones completas la amplitud se redujo a $1,5^\circ$. Encuentre la constante de amortiguamiento.

(15) Suponga que se está examinando las características de un sistema de suspensión de un automóvil de 2000 kg . La suspensión se comprime 10 cm cuando se abandona sobre ella el peso de todo el automóvil. Además, la amplitud de la oscilación disminuye en 50% durante una oscilación completa. Calcule los valores de k y b para el resorte y el sistema amortiguador en cada rueda. Suponga que cada rueda soporta 500 kg .

(16) Un sistema formado por un resorte y un cuerpo suspendido de él se sumerge en un líquido. Sobre el cuerpo actúa una fuerza vertical $F = 2\text{ sen}(2\pi t)\text{ N}$. Si la masa del cuerpo es de 3 kg y el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el líquido es $1,176\text{ kg/s}$ (suponiendo fuerza de roce viscoso directamente proporcional a la velocidad); calcule: **a)** el valor de la constante elástica del resorte para que la amplitud de la oscilación del resorte sea máxima, **b)** la amplitud máxima de la oscilación. **c)** Represente gráficamente $A = f(\omega)$ en un entorno de la frecuencia de resonancia.

(17) Un bloque uniforme de masa m se apoya sobre dos rodillos cuyos ejes se hallan separados una distancia b . El bloque está inicialmente en reposo asimétricamente como se muestra en la figura. Suponga que los rodillos se ponen a girar en sentidos opuestos. El coeficiente de rozamiento dinámico entre el bloque y los rodillos es μ . Halle una ecuación que dé la posición del centro de masa del bloque en función del tiempo suponiendo $x(0) = x_0$ y $v(0) = 0$.



Respuesta:
$$x(t) = \left(x_0 - \frac{b}{2}\right) \cos\left(\sqrt{\frac{2\mu g}{b}} t\right) + \frac{b}{2}$$



7.- Introducción a la termodinámica.

(1) ¿A qué temperatura se obtiene la misma lectura con ambas escalas?: **a)** Farenheit y Celsius. **b)** Farenheit y Kelvin. **c)** Celsius y Kelvin

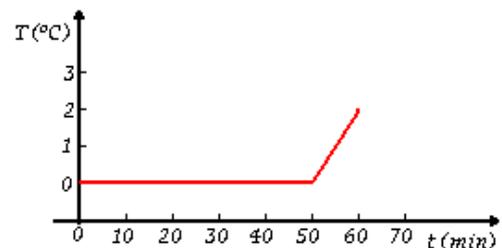
(2) Una cinta de agrimensor, de acero, de **100 m** es correcta a la temperatura de **65 °F**. La distancia entre dos puntos se mide con esta cinta un día en que la temperatura es **95 °F**, y resulta ser **86,57 m**. ¿Cuál es la verdadera distancia entre los dos puntos? $\lambda = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

(3) Cuando la temperatura de una moneda de cobre (que no es cobre puro) de un centavo se eleva en **100 °C**, su diámetro aumenta un **0,18 %**. Halle el porcentaje de aumento en: **a)** el área de una cara, **b)** el espesor, **c)** el volumen, y **d)** la masa del centavo. **e)** Calcule su coeficiente de dilatación lineal.

(4) Un frasco de vidrio cuyo volumen es exactamente **1000 cm³** a **0 °C** se llena completamente de mercurio a esta temperatura. Cuando frasco y mercurio se calientan a **100 °C**, se derraman **15,2 cm³** de líquido. Si el coeficiente de dilatación cúbica del mercurio es **0,000182 °C⁻¹**, calcule el coeficiente de dilatación del vidrio.

(5) Un calorímetro contiene **500 g** de agua y **300 g** de hielo, todo ello a la temperatura de **0 °C**. Se toma un bloque metálico de un horno, cuya temperatura es de **240 °C** y se deja caer rápidamente dentro del calorímetro, resultando que se produce exactamente la fusión de todo el hielo. ¿Cuál sería la temperatura final del sistema si hubiera sido doble la masa del bloque? Desprecie las pérdidas caloríficas del calorímetro, así como su capacidad calorífica.

(6) Un recipiente colocado sobre la hornalla de una cocina contiene inicialmente, **10 kg** de agua y una masa desconocida de hielo en equilibrio a **0 °C**. La temperatura de la mezcla se mide en varias ocasiones, y el resultado se representa en la figura. Durante los primeros **50 minutos** la temperatura se mantiene constante. A partir de **t = 50 min** la temperatura aumenta linealmente, alcanzando **2 °C** en **t = 60 min**. Haciendo caso omiso de la capacidad calorífica del recipiente, determine la masa inicial de hielo.



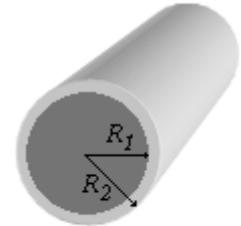
(7) Un cubo de metal ($C_p = 0,031 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$, $\lambda = 29 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) de **15,0 cm** de lado y **3 kg** de masa posee en su interior un gas sometido a una presión de **1,5 atm**. Dicho cubo se encuentra sumergido en **10 L** de agua a **5 °C**; si se agregan al mismo **50 L** de agua a **90 °C**, ¿cuál es la presión final que adquiere el gas encerrado en el cubo de metal?

(8) Una larga varilla, con su contorno aislado para evitar las pérdidas de calor, tiene uno de sus extremos sumergido en agua hirviendo y el otro en una mezcla de agua y hielo. La varilla consta de **100 cm** de cobre (con un extremo en el vapor) y de una longitud **L** de acero (con un extremo en el hielo). Los dos trozos tienen la misma sección de **5 cm²**. La temperatura en el equilibrio de la unión cobre-acero es de **60 °C**. **a)** ¿Cuántas calorías por segundo pasan del baño de vapor a la mezcla de agua

y hielo? **b)** ¿Cuál es el valor de L , en cm ? **c)** ¿Cuál es la temperatura en un punto situado a 10 cm del extremo frío?

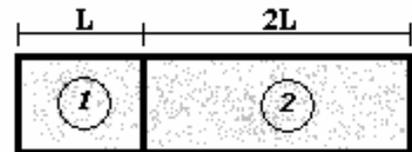
(9) Una barra de 2 m de longitud está formada por un núcleo macizo de acero de 1 cm de diámetro, rodeado de una envoltura de cobre cuyo diámetro exterior es 2 cm . La superficie exterior de la barra está aislada térmicamente. Uno de sus extremos se mantiene a $100\text{ }^\circ\text{C}$ y el otro a $0\text{ }^\circ\text{C}$. **a)** Calcule la corriente calórica total de la barra. **b)** ¿Que fracción es transportada por cada componente?

(10) Una tubería de vapor de 2 cm de radio (R_1) está forrada con material aislante de 2 cm de espesor. La temperatura de la tubería de vapor es $100\text{ }^\circ\text{C}$ y la de la superficie externa de la camisa es $20\text{ }^\circ\text{C}$. La conductividad térmica del aislante es $8,4 \cdot 10^{-2}\text{ m kg s}^{-3}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.



a) Calcule el gradiente de temperatura dT/dr en las superficies interna y externa de la camisa. **b)** Haga un gráfico esquemático de T en función de r . **c)** Calcule el calor que se pierde a través del aislante por unidad de tiempo y por metro de longitud de la tubería.

(11) Un cilindro cerrado que contiene hidrógeno se divide en dos compartimentos desiguales por medio de un pistón móvil que en el equilibrio toma la posición mostrada en la figura. La **temperatura** es la misma en los dos recipientes. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas?



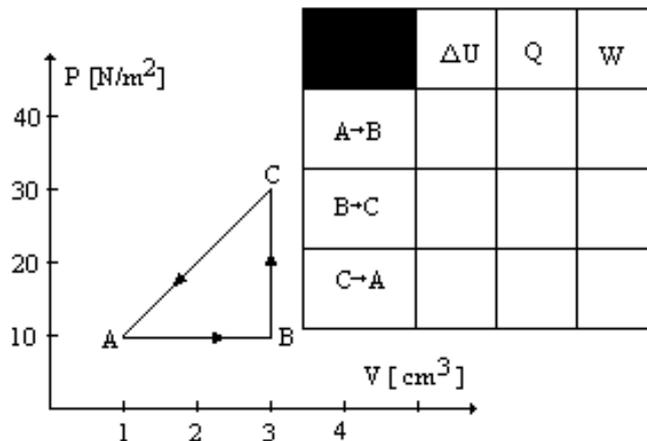
- I. Los dos compartimentos contienen igual número de moles.
- II. La energía cinética promedio por molécula es mayor en el recipiente 2 que en el 1.
- III. La masa de una molécula del recipiente 2 es el doble que la masa de una molécula en el recipiente 1.
- IV. Las presiones en los dos recipientes son iguales.
- V. El número de átomos en los dos recipientes son iguales.

(12) La temperatura de 5 kg de N_2 gaseoso se eleva desde $10\text{ }^\circ\text{C}$ a $30\text{ }^\circ\text{C}$. **a)** Si se realiza el proceso a presión constante, halle la cantidad de calor necesaria para ello, el incremento de energía interna ΔU , y el trabajo exterior W realizado por el gas. **b)** Calcule la cantidad de calor necesaria, si el proceso se lleva a cabo a volumen constante.

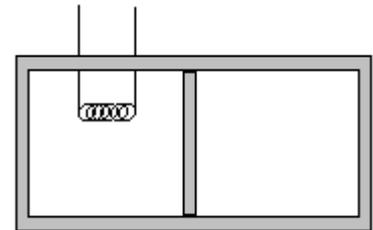
Los calores específicos del N_2 son: $C_p = 0,248\text{ Kcal / kg K}$ y $C_v = 0,177\text{ Kcal / kg K}$.

(13) Un gas ideal a 300 K ocupa un volumen de $0,5\text{ m}^3$ a una presión de 2 atm . El gas se expande adiabáticamente hasta que su volumen es $1,2\text{ m}^3$. A continuación se lo comprime isobáricamente hasta que alcanza su volumen original. Finalmente se aumenta la presión isocóricamente hasta que el gas retorna a su estado inicial. **a)** Represente gráficamente el proceso en un diagrama P - V . **b)** Determine la temperatura final de cada transformación. **c)** Halle el trabajo realizado durante el ciclo. Tome $\gamma = 1,4$.

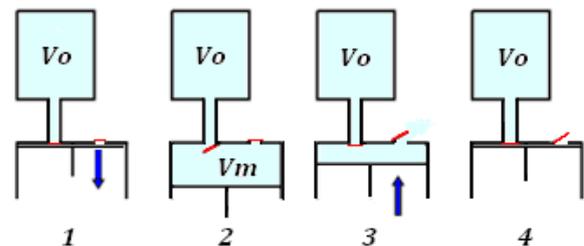
(14) Se lleva un sistema termodinámico desde un estado inicial **A** hasta otro estado **B** y se regresa nuevamente a **A** pasando por el estado **C**, como lo muestra la trayectoria **ABCA** en el diagrama P - V de la figura. **a)** Complete la tabla colocando los signos correspondientes a las cantidades termodinámicas relacionadas con cada proceso. **b)** Calcule el valor del trabajo hecho por el sistema durante el ciclo.



(15) La figura representa un cilindro con paredes térmicamente aislantes, dividido en dos mediante un émbolo móvil sin rozamiento y térmicamente aislante. En cada lado del émbolo hay n moles de un gas ideal en las mismas condiciones iniciales (P_0 , V_0 y T_0). Para este gas $\gamma = 3/2$ y el calor específico C_v es independiente de la temperatura. Mediante una resistencia eléctrica dentro del gas se suministra calor a la mitad izquierda de manera que esta porción de gas se expande hasta que su presión aumenta a $27/8 P_0$. Halle en función de n , R y T_0 : **a)** el trabajo realizado sobre el gas de la derecha, **b)** las temperaturas finales a ambos lados del émbolo y **c)** la cantidad de calor recibida por la mitad izquierda.



(16) Se quiere evacuar el aire de un recipiente de volumen V_0 con una bomba sencilla cuyo funcionamiento se esquematiza en la figura. Inicialmente el aire dentro del recipiente se encuentra a una presión $P_0 = 760 \text{ mmHg}$. Se pueden distinguir cuatro procesos: **1.-** baja el émbolo abriéndose la válvula de la izquierda con lo que una fracción del aire del recipiente pasa al émbolo, **2.-** el pistón llega al final de su carrera alcanzándose, en el cilindro dentro del que se mueve, el volumen máximo V_m , **3.-** el pistón sube cerrándose la válvula de la izquierda y abriéndose la de la válvula de la derecha por la que escapa el aire al exterior y **4.-** se completa el ciclo cuando se ha expulsado todo el aire del cilindro. La temperatura no varía en estos procesos. **a)** Obtenga la presión en el recipiente al cabo de i ciclos. **b)** Si se realiza un ciclo por segundo, $V_m = 1 \text{ L}$ y $V_0 = 100 \text{ L}$, calcule el tiempo necesario para que la presión en el recipiente se reduzca a $P = 0.001 \text{ mm Hg}$. **c)** Represente la variación de la presión en el el recipiente en función del volumen molar (V/n).





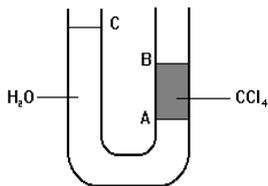
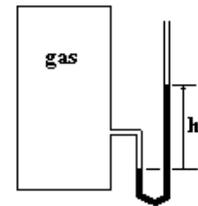
8.- Hidrostática, hidrodinámica y viscosidad.

(1) Determine la presión en el fluido que está en una jeringa, cuando una enfermera aplica una fuerza de $4,3 \text{ kg}$ al pistón, el que tiene el radio de $1,1 \text{ cm}$.

(2) Las descargas de drenaje de una casa construida en una pendiente están a $8,16 \text{ m}$ bajo el nivel de la calle. Halle la diferencia de presión mínima que debe crear la bomba de drenaje para transferir los desperdicios cuya densidad media es de 926 kg/m^3 .

(3) El Submarino Squalus se hundió en un punto donde la profundidad era de 72 m . La temperatura en la superficie era $27 \text{ }^\circ\text{C}$ y en el fondo $7 \text{ }^\circ\text{C}$. La densidad del agua de mar es $1,081 \text{ g/cm}^3$. **a)** Si una campana de buzo que tiene forma de cilindro de revolución de $2,4 \text{ m}$ de altura, abierto por el fondo y cerrado por su parte superior, se hace descender a dicha profundidad, ¿qué altura alcanzará el agua dentro de ella cuando llegue al fondo? **b)** ¿A qué presión manométrica ha de comprimirse el aire suministrado a la campana cuando se encuentre en el fondo, para expulsar completamente el agua de ella?

(4) En un manómetro de tubo abierto conectado a un tanque de gas, el mercurio alcanza una altura de 39 cm más en el lado abierto a la atmósfera que en el brazo conectado con el gas. La presión que marca un barómetro cercano es de 750 mmHg . **a)** ¿Cuál es la presión absoluta del gas? **b)** ¿Cuál hubiese sido la diferencia de altura si el tubo en U fuese cerrado?



(5) El tubo en forma de U de la figura contiene agua y tetracloruro de carbón. La altura **AB** es $2,5 \text{ cm}$ y la altura **AC** es $4,0 \text{ cm}$. ¿cuál es la relación entre las densidades $\rho_{\text{CCl}_4} / \rho_{\text{H}_2\text{O}}$?

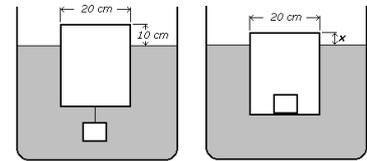
(6) Si se quiere conocer la variación de la presión atmosférica con la altura, una primera aproximación es considerar que la densidad de la atmósfera es directamente proporcional a la presión, es decir, se desprecia la variación de la densidad con la temperatura. Con esta hipótesis y tomando la presión atmosférica a nivel del mar como $P_0 = 1 \text{ atm}$ y la densidad $\rho_0 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$. Halle la variación de la presión con la altura.

(7) Una estación espacial de forma cilíndrica de radio R_0 , gira alrededor de su eje longitudinal con la velocidad angular necesaria para simular en la superficie interior lateral del cilindro la aceleración de la gravedad g . La estación se mantiene llena con aire a una temperatura uniforme T de tal manera que la presión sobre la pared interior es P_0 . Si P_e es la presión en el eje del cilindro, halle la relación P_e/P_0 en función de R_0, g, T y constantes.

(8) Un trozo de cobre (densidad 6 g/cm^3) flota en mercurio (densidad $13,6 \text{ g/cm}^3$). ¿Qué fracción de cobre está sumergida?

(9) Una balsa de 9 m^2 de superficie y 10 cm de espesor está hecha de madera de densidad $0,6 \text{ g/cm}^3$. ¿Cuántas personas de 70 kg pueden permanecer de pie sobre la balsa sin humedecerse los pies cuando el agua está en calma?

(10) Un recipiente cilíndrico de 20 cm de diámetro flota en el agua emergiendo 10 cm de la superficie libre, cuando de su fondo se cuelga un bloque de hierro de 10 kg . Si el bloque de hierro se coloca ahora dentro del recipiente. ¿Cuál será la altura que emerge? Densidad del hierro $7,8 \text{ g/cm}^3$.

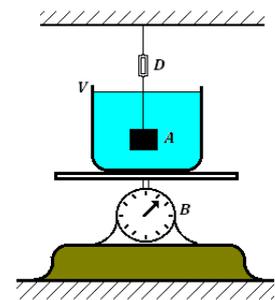


(11) Una esfera hueca de 10 kg , construida de un material de densidad 7 g/cm^3 , flota en agua de modo que la línea de flotación pasa por el centro de la esfera. ¿Qué espesor tiene la esfera?

(12) Un cuerpo de metal unido a un resorte de constante $k = 50 \text{ N/m}$ produce un acortamiento de 8 cm al sumergirse en aceite ($\rho = 9 \text{ N/dm}^3$). Al sumergirse dicho cuerpo en una solución desconocida produce un acortamiento del resorte de 11 cm . Identifique la solución de acuerdo a la tabla adjunta.

Gasolina	$7,00 \text{ N/dm}^3$	Glicerina.....	$12,40 \text{ N/dm}^3$	Mercurio	$136,00 \text{ N/dm}^3$
----------------	-----------------------	----------------	------------------------	----------------	-------------------------

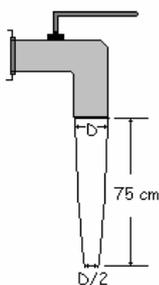
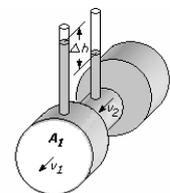
(13) El bloque A de la figura está suspendido mediante una cuerda, de un dinamómetro D y se encuentra sumergido en un líquido contenido en el vaso V. El peso del vaso es $8,9 \text{ N}$ y el del líquido es $13,35 \text{ N}$. El dinamómetro D indica $22,25 \text{ N}$ y el dinamómetro de compresión B, $66,78 \text{ N}$. Sabiendo que la arista del bloque cúbico es de 10 cm , halle: a) El peso por unidad de volumen del líquido? b) La indicación de los dinamómetros D y B si se saca el bloque A fuera del líquido?



(14) Una boya cilíndrica de 1600 kg , flota verticalmente en agua salada ($\rho = 1,03 \text{ g/cm}^3$). El diámetro de la boya es 90 cm . Halle: a) la distancia adicional que se hunde la boya cuando un hombre de 75 kg se coloca en pie sobre ella; b) el período del movimiento armónico vertical que se produce si el hombre se tira a nadar. Desprecie el rozamiento entre la boya y el agua.

(15) Una sopera se encuentra en reposo sobre una mesa en el vagón restaurante de un tren. Si la aceleración del tren es $g/4$ hacia adelante, ¿qué ángulo forma la superficie de la sopa con la horizontal?

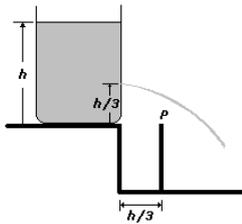
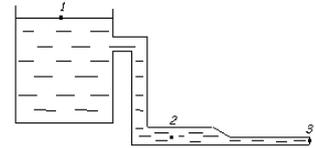
(16) Para el medidor de la figura el cociente entre el área de la sección mayor A_1 y la sección menor A_2 es 10 , y la diferencia de altura entre los niveles de líquido (Δh) en los tubos es de 20 cm . El líquido es agua. Calcule V_1 y V_2 .



(17) Por una canilla sale agua, cayendo verticalmente. El diámetro de la canilla es $D = 1 \text{ cm}$ y se observa que a una distancia de 75 cm por debajo de ella el diámetro de la vena líquida se reduce a $D/2$. a) ¿Cuál es la velocidad del fluido a la salida de la canilla?, b) ¿cuánto tiempo demora en llenarse un recipiente de 10 L de capacidad?

(18) A través de una manguera de $2,5 \text{ cm}$ de diámetro fluye agua con una velocidad de $0,6 \text{ m/s}$. El diámetro de la boquilla es de 5 mm . **a)** ¿A qué velocidad pasará el agua a través de la boquilla? **b)** Si la bomba situada en un extremo de la manguera y la boquilla situada en el otro están a la misma altura y la presión de la boquilla es la atmosférica, ¿cuál es la presión de la bomba?

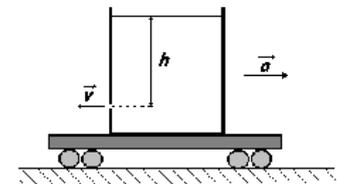
(19) El agua sale continuamente del depósito representado en la figura. La altura del punto 1 es 12 m ; la de los puntos 2 y 3 es $1,2 \text{ m}$. La sección transversal en el punto 2 es 450 cm^2 , y en el punto 3 es 225 cm^2 . El área del depósito es muy grande comparada con las secciones del tubo. Halle: **a)** la presión manométrica en el punto 2; **b)** el caudal.



(20) En la figura se representa un tanque cilíndrico de 12 m^2 de sección, que contiene agua hasta una altura $h = 2 \text{ m}$. Si se produce una perforación en un punto situado a $h/3$ de la base, ¿qué volumen del líquido cae a la derecha de la valla P ?

(21) Un recipiente cilíndrico de 1 m^2 de sección y una altura de 2 m tiene un orificio de $0,5 \text{ cm}^2$ de sección en su base. El recipiente se llena de agua a razón de $2,425 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. **a)** Determine hasta qué altura sube el nivel del agua en el recipiente. **b)** Después de haber alcanzado aquella altura se detiene la entrada de agua al recipiente. Halle el tiempo necesario para que el recipiente se vacíe.

(22) Sobre una plataforma que se puede mover sobre una vía horizontal se coloca un tanque de agua en cuya pared se hace un orificio de sección $S = 5 \text{ cm}^2$. La masa del tanque y de la plataforma es $m = 3000 \text{ kg}$ y el agua comienza a derramarse por el orificio, lo que hace que la plataforma se ponga en movimiento con aceleración inicial $a = 4 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$. Determine la altura inicial del agua en el tanque.



(23) **a)** ¿Con qué velocidad cae una bola de acero de 1 mm de radio en un depósito de glicerina, en un instante en que su aceleración es la mitad de la de un cuerpo que cae libremente? **b)** ¿Cuál es la velocidad límite que adquiere la bola?

Las densidades del acero y la glicerina son $8,5 \text{ g/cm}^3$ y $1,32 \text{ g/cm}^3$ respectivamente. La viscosidad de la glicerina es de $8,3 \text{ poise}$. ($1 \text{ poise} = 1 \text{ g/cm s}$)

(24) **a)** ¿Con qué velocidad límite se elevará una burbuja de aire de 1 mm de diámetro en un líquido cuyo coeficiente de viscosidad es 150 cp y su densidad $0,90 \text{ g/cm}^3$? **b)** ¿Cuál es la velocidad límite de la misma burbuja en el agua si su coeficiente de viscosidad es 1 cp ?

(25) Un cuerpo se mueve bajo la acción de una fuerza F constante a través de un fluido que se opone al movimiento con una fuerza viscosa proporcional al cuadrado de la velocidad, $F_v = -k v^2$.

a) Muestre que la velocidad límite es $v_{\text{lim}} = \sqrt{F/k}$

b) Pruebe que la relación entre la velocidad y la distancia es: $v^2 = \frac{F}{k} + \left(v_0^2 - \frac{F}{k}\right) e^{-\frac{2k}{m}x}$

c) Represente v^2 vs x para $v_0 = 0$.

d) Si la fuerza F se suspende cuando el cuerpo alcanza la velocidad límite, muestre que la velocidad del cuerpo disminuye a $1/e$ del valor de la velocidad límite después de recorrer la distancia m/k .

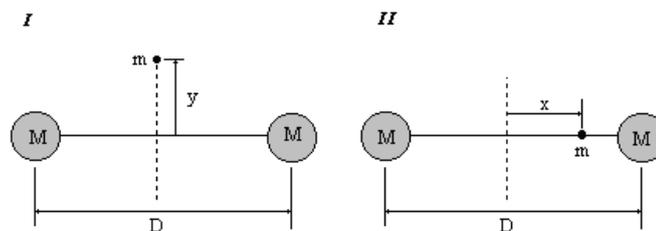


9.- Gravitación.

(1) **a)** La distancia promedio de Marte al Sol es de **1,52** veces la de la Tierra al Sol. Encuentre el número de años terrestres necesarios para que Marte efectúe una revolución alrededor del Sol. **b)** Determine la masa de la Tierra a partir del periodo T y del radio medio R de la órbita lunar alrededor de la Tierra. ($T = 27,3$ días, $R = 3,85 \cdot 10^5$ km)

(2) La Tierra describe una órbita aproximadamente circular de radio $R = 75 \cdot 10^9$ m. Marte tarda **687 días** en recorrer su órbita. Halle el radio de la órbita de Marte.

(3) Dos masas iguales M están separadas por una distancia D . **a)** Para los casos **I** y **II** mostrados en la figura calcule la fuerza que actúa sobre la masa m debida a la interacción gravitatoria con las otra dos. **b)** Para $y \ll D/2$ y $x \ll D/2$ respectivamente, plantee las ecuaciones de movimiento correspondiente a los sistemas de la figura. **c)** ¿Cuales son las soluciones de las ecuaciones de movimiento?



(4) La masa de la Luna es aproximadamente **$6,7 \cdot 10^{22}$ kg**, la de la Tierra **$5,9 \cdot 10^{24}$ kg** y la distancia entre sus centros es **380000 km**. **a)** Exprese en toneladas la fuerza de atracción gravitatoria entre la Tierra y la Luna. **b)** Calcule a qué distancia de la superficie terrestre se anula la fuerza que ambos cuerpos ejercen sobre una partícula de masa m . ¿La partícula colocada en ese punto estará en equilibrio estable, inestable o indiferente? **c)** Represente gráficamente la fuerza neta ejercida por la Tierra y la Luna sobre un cuerpo ubicado en la recta que las une, en función de la distancia entre el centro de la Tierra y el cuerpo.

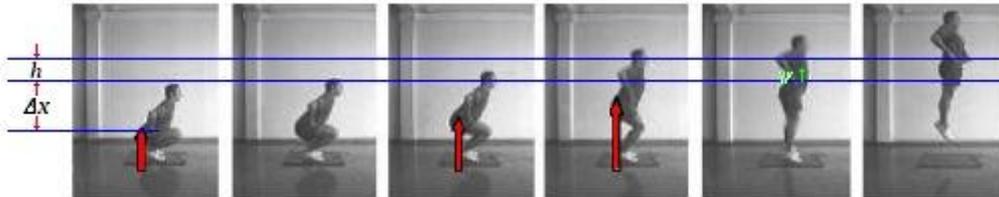
(5) ¿Con qué velocidad debe proyectarse verticalmente hacia arriba un cuerpo desde la superficie de la Tierra para que alcance una altura máxima de **600 km** ?

(6) Encuentre la altura y la velocidad de un satélite (en órbita circular en el plano ecuatorial) que permanece sobre el mismo punto de la tierra todo el tiempo.

(7) Un satélite de **5000 kg** de masa describe una órbita circular con una altura de **8000 km** sobre la superficie terrestre. Después de varios días, como resultado de la fricción atmosférica, la órbita cae a una altura de **650 km**. Calcule: **a)** la variación de velocidad tangencial del satélite y **b)** la variación de velocidad angular del satélite.

(8) Un planeta esférico rota alrededor de su eje de manera que la velocidad en un punto del ecuador es V . La gravedad en los polos es g , pero en el ecuador, por efecto de la rotación, es $g/2$. Determinar la velocidad de escape de una partícula situada en un polo en función de V .

(9) Una persona para saltar verticalmente desde el reposo en la Tierra, flexiona sus rodillas para impulsarse descendiendo su centro de masa una distancia $\Delta x = 1 \text{ m}$. Cuando despega del suelo el centro de masa alcanza una altura máxima $h = 0,3 \text{ m}$. Suponiendo que la fuerza ejercida durante el impulso sea constante, calcule el radio máximo que debe tener un asteroide esférico (de densidad igual a la terrestre), para que el saltador, al dar en el asteroide el mismo brinco que en la Tierra, salga despedido de éste escapando de su acción gravitatoria.



(10) Considere un anillo delgado de masa total M y radio R . **a)** Halle el campo y potencial gravitatorio que produce el cuerpo sobre una partícula de masa m , ubicada sobre el eje perpendicular al plano del anillo que pasa por su centro, en función de la distancia a ese plano. **b)** Represente gráficamente el campo y potencial en función de la distancia. **c)** Si la partícula parte del reposo a una distancia h del centro del anillo, ¿Cuál será su velocidad cuando pase por ese centro? **d)** ¿Es periódico el movimiento de la partícula? Justifique su respuesta. **e)** ¿Bajo qué condiciones el movimiento es armónico simple? Plantee en este caso la ecuación de movimiento. ¿Cuál es la solución de esta ecuación? Determine la frecuencia del movimiento armónico simple.

(11) Una partícula se deja caer desde una gran altura h (a partir del reposo) sobre un túnel, en la Tierra, que tiene la dirección de un diámetro terrestre.

a) Calcule el campo y potencial gravitatorio en todo el espacio.

b) Calcule la fuerza de atracción gravitatoria que actúa sobre la partícula en función de la distancia r de ésta al centro de la Tierra, para r mayor, igual y menor que el radio terrestre.

c) Represente gráficamente el campo y potencial calculado en **a)** y la fuerza calculada en **b)**.

d) Plantee la ecuación de movimiento cuando r es menor que el radio terrestre.

e) Muestre que el movimiento será armónico simple con un período de aproximadamente **90 min**.

f) Escriba las ecuaciones de la posición, la velocidad y la aceleración en función del tiempo, con valores numéricos de las constantes.

(12) Un objeto está suspendido de una báscula de resorte en un buque que navega a lo largo del ecuador con una velocidad v . Muestre que la lectura de la escala será muy cercana a $P_0 (1 \pm 2 \omega v / g)$, donde ω es la velocidad angular de la Tierra y P_0 es la lectura de la escala cuando el buque está en reposo. Explique el significado del signo \pm .

(13) La rotación más rápida posible de un planeta es aquella para la cual la fuerza gravitatoria sobre la materia en el ecuador proporciona apenas la fuerza centrípeta necesaria para la rotación.

a) Demuestre que el período de rotación más corto correspondiente está dado por

$$T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$$

donde ρ es la densidad del planeta, suponiendo que sea homogéneo.

b) Evalúe el período de rotación suponiendo una densidad de $3,0 \text{ g/cm}^3$, típica de muchos planetas, satélites y asteroides. No se ha encontrado ningún objeto que esté girando con un período más corto que el hallado por este análisis.

Datos físicos usados con frecuencia:

Masa de la Tierra	$5,975 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Masa de la Luna	$7,349 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
Radio medio de la Tierra	$6,371 \cdot 10^6 \text{ m}$
Radio medio de la Luna	$1,7375 \cdot 10^6 \text{ m}$
Radio medio de la órbita lunar	$3,845 \cdot 10^8 \text{ m}$
Período de rotación terrestre	86164 s
Período de rotación lunar	$2354086,644 \text{ s}$
Período de traslación lunar alrededor de la Tierra	$2354086,644 \text{ s}$
Constante gravitacional	$6,674 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Densidad del agua a 20 °C y 1 atm	1000 kg/m^3
Densidad del aire a 20 °C y 1 atm	$1,20 \text{ kg/m}^3$
Presión atmosférica estándar	$1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
Constante de los gases (R)	$0,08206 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $1,9872 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Momentos de inercia:

