FÍSICA GENERAL I. GRUPO C. CURSO 2005/2006
PROBLEMAS

Tema 1. Vectores y campos

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

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

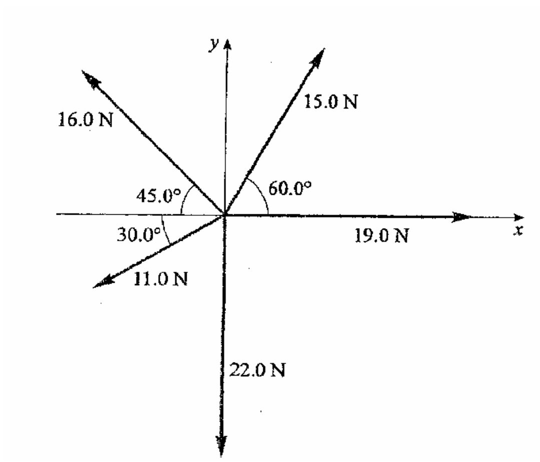
1.4.- Demuestra que la fórmula del periodo del péndulo simple $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, donde l es la longitud del péndulo y g la aceleración de la gravedad, es dimensionalmente correcta.

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

1.7.- Dados los vectores $\vec{a}(2,2,0)$ y $\vec{b}(3,-1,0)$, calcula:
a) $\vec{a}+\vec{b}$ b) $\vec{a}-\vec{b}$ c) $5\cdot\vec{a}$ d) $\vec{a}\cdot\vec{b}$; e) $\vec{a}\times\vec{b}$
En los tres primeros casos, calcula también el resultado gráficamente. Indica el módulo y el ángulo formado con el eje x de todos los vectores que aparezcan en el problema.

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

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

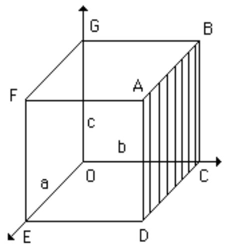


1.10.- Dados los vectores $\vec{a} = x\,\vec{i} + z\,\vec{j} + y\,\vec{k}$; $\vec{b} = -z\,\vec{i} + \vec{j} - x\,\vec{k}$, halla el gradiente de su producto escalar en el origen de coordenadas.

SOL.: $\vec{k}$

1.11.- Calcula la circulación del vector $\vec{a} = xy\,\vec{i} - z^2\,\vec{j} + xyz\,\vec{k}$, desde el punto A (0,0,0) hasta el punto B (1,1,1) a lo largo de la curva: $\vec{s} = t\,\vec{i} + t^2\,\vec{j} + t^3\,\vec{k}$.
SOL.: 1/3.

1.12.- Dado el campo de vectores de posición $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$, calcula:
a) El gradiente del módulo.
b) La divergencia.
c) El rotacional.
d) La circulación a lo largo de una línea cerrada.
e) El flujo a través de la superficie rayada.
f) El flujo a través de toda la superficie del paralelogramo.
SOL.**:** a) $\vec{r}/r$; b) 3; c) 0; d) 0; e) $\Phi_{ABCD} = abc$; f) $\Phi_T = 3abc$



1.13.- Una partícula se encuentra sometida a la fuerza $\vec{F} = (3x^2+6x)\,\vec{i} - 14yz\,\vec{j} + 20xz^2\,\vec{k}$. Calcula la circulación del vector (trabajo realizado por la fuerza) cuando la partícula se traslada desde el punto O (0,0,0) hasta el punto A (1,1,1) por los siguientes caminos:
a) A lo largo de la curva $x = t$; $y = t^2$; $z = t^3$.
b) A lo largo de la recta $x = y = z$.
c) A lo largo del eje OX hasta (1,0,0); desde (1,0,0) paralelamente al eje OY hasta el punto (1,1,0);desde (1,1,0) paralelamente al eje OZ hasta A (1,1,1).
SOL.: a) 6.; b) 13/3; c) 32/3

Tema 2. Cinemática de la partícula

2.1.- Un tornillo se suelta del fondo exterior de un ascensor que se mueve hacia arriba a la velocidad de 6 m/s. El tornillo alcanza el fondo del hueco del ascensor en 3 s.
a) ¿A qué altura estaba el ascensor cuando se desprendió el tornillo?
b) ¿qué velocidad tenía el tornillo al chocar contra el fondo del hueco del ascensor?
SOL.: a) 26,1 m ; b) v = 23,4 m/s

2.2.- Un cohete se lanza verticalmente hacia arriba con una aceleración de 20 m/s^2. Al cabo de 25 s el combustible se agota y el cohete continúa como una partícula libre hasta que alcanza el suelo. Calcula:
a) el punto más alto alcanzado por el cohete
b) el tiempo total que el cohete está en el aire
c) la velocidad del cohete justo antes de chocar contra el suelo
SOL.: a) 19 km del suelo; b) 138 s ; c) 607 m/s

2.3.- Una piedra que cae de lo alto de un acantilado recorre un tercio de su distancia total al suelo en el último segundo de su caída. ¿Qué altura tiene el acantilado?.
SOL.: 27,5 m

2.4.- Un profesor de física hace una demostración de su nuevo paracaídas lanzándose de un helicóptero a 1500 m de altura con velocidad inicial cero. Durante 8 s cae libremente. Después conecta el paracaídas y cae con una aceleración constante hacia arriba de 15 m/s^2 hasta que su velocidad hacia abajo es de 5 m/s, en cuyo momento ajusta sus controles para mantener esa velocidad hasta alcanzar el suelo.

a) Representa en un solo gráfico su aceleración y velocidad en función del tiempo. (Toma la dirección hacia arriba como positiva)
b) ¿Cuál es su velocidad al cabo de los primeros 8 s?
c) ¿Durante cuánto tiempo mantiene la aceleración constante hacia arriba de 15 m/s^2?
d) ¿Qué distancia recorre durante su aceleración hacia arriba en la parte c)?
e) ¿Cuánto tiempo transcurre en el viaje completo, desde el helicóptero al suelo?
f) ¿Cuál es la velocidad media en el recorrido total?

SOL.: b) 78,4 m/s; c) 4,9 s; d) 204 m ; e) 209 s ; f) 7,2 m/s

2.5.- Un punto se mueve a lo largo del eje OX con la aceleración $a=4-t^2$ (u. S.I.). Calcula la velocidad y la posición en función de t, suponiendo que para t=3 s, v=2 m/s, y x=9 m.
SOL.: $v=4t-(1/3)t^3-1$; $x=2t^2-(1/12)t^4-t+3/4$

2.6.- La aceleración de una canica en un cierto líquido es proporcional a la velocidad y está dada por a = -3v. La canica entra en el líquido con una velocidad v_0.

a) Calcula la aceleración, velocidad y posición de la canica en función del tiempo.
b) Si v_0 = 1.5 m/s, ¿cuánto tiempo tarda en reducirse la velocidad a la mitad del valor inicial? ¿Qué distancia ha recorrido la canica en el líquido en ese momento?

SOL.: a) $a(t) = -3v_0e^{-3t}$, $v(t) = v_0e^{-3t}$, $x(t) = \frac{v_0}{3}\left(1 - e^{-3t}\right)$, b) 0,23 s ; 75 cm

2.7.- La aceleración de un punto que se desplaza a lo largo del eje OX es: **a**=(4x-10)**i** m/s^2 (x expresada en metros). Sabiendo que para t=0, x=0 y v=5 m/s, determina la velocidad en función de la posición, así como la ecuación del movimiento x=x(t).
SOL.: v=5-2x; x=(5/2)[1-exp(-2t)].

2.8.- En t=0 una partícula abandona el origen de coordenadas con una velocidad de 6 m/s en la dirección positiva del eje Y. Su aceleración viene dada por $\vec{a} = (2\vec{i} - 3\vec{j})\ m/s^2$. Cuando la partícula alcanza el valor máximo de su coordenada *y*, la componente *y* de su velocidad es cero. En ese instante, calcula:
a) la velocidad de la partícula
b) sus coordenadas *x* e *y*.
SOL.: a) $\vec{v} = 4\vec{i}\ m/s$, b) (4, 6)

2.9.- La posición de una partícula en función del tiempo viene dada por $\vec{r} = 2t\vec{i} + (5 - t^2)\vec{j}$

a) Expresa la ecuación de la trayectoria y representarla gráficamente
b) Calcula el vector velocidad $\vec{v}$. ¿En qué instante es perpendicular a $\vec{r}$?. Representar sobre la ecuación de la trayectoria.

c) Calcula el radio de curvatura de la trayectoria en t=0.

SOL.: a) $y = 5 - \frac{x^2}{4}$; b) $\vec{v} = 2\vec{i} - 2t\vec{j}$; t=0 y t=$\sqrt{3}$ s ; ρ = 2 m.

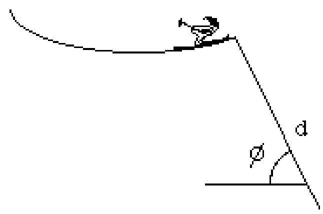
2.10.- Calcula la aceleración tangencial y normal de una partícula lanzada horizontalmente con una velocidad de 5 m/s desde una altura de 20 m, en el instante t = 2 s.
SOL.: a_T=9,5 m/s^2; a_N=2,4 m/s^2

2.11.- Un punto se mueve en el plano XY, de forma que cumple $v_x = 4t^3 + 4t$; $v_y = 4t$. Si para t=0 la posición del punto es (1,2), se pide: Encuentra x=x(t), y=y(t) y la ecuación de la trayectoria y=y(x). Halla la aceleración tangencial y normal en t=0.
SOL.: $x=(t^2+1)^2$; $y=2(t^2+1)$; $y=2\sqrt{x}$; $a_T=4\sqrt{2}$ m/s^2; a_N=0.

2.12.- Si una bala que sale por la boca del arma a 250 m/s ha de chocar contra un blanco situado a 100 m de distancia y la misma altura que el arma, ésta debe apuntar a un punto por encima del blanco. ¿Qué distancia debe haber entre el blanco y ese punto?
SOL.: 78 cm

2.13.- Un proyectil se dispara con una velocidad inicial v_0 bajo un ángulo de tiro de 30º sobre la horizontal desde una altura de 40 m por encima del suelo. El proyectil choca contra el suelo a una velocidad 1,2 v_0.
a) Calcula v_0
b) ¿Cuánto vale el alcance horizontal del proyectil?
c) Calcula el radio de curvatura de la trayectoria en el punto más alto de la misma
SOL.: a) v_0 = 42,2 m/s ; b) 209 m ; c) ρ = 136 m.

2.14.- Un esquiador deja una rampa de salto con una velocidad de 10 m/s formando un ángulo de 15° con la horizontal, como se ve en la figura. La inclinación del costado de la montaña es de 50° y la resistencia del aire es despreciable. Determina la distancia d a la que cae el esquiador a lo largo de la montaña.
SOL.: d=43,2 m



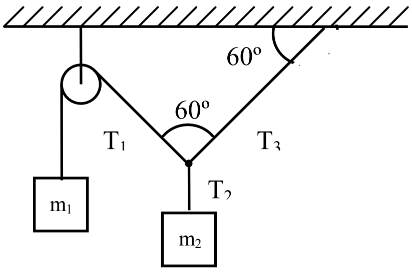
2.15.- Una muchacha que está a 4 m de una pared vertical lanza contra ella una pelota. La pelota sale de su mano a 2 m por encima del suelo con una velocidad inicial $\vec{v}_0 = 10\vec{i} + 10\vec{j}$. Cuando la pelota choca en la pared, se invierte la componente horizontal de su velocidad mientras que permanece sin variar su componente vertical. ¿Dónde caerá la pelota al suelo?.
SOL.: 18,2 m de la pared

2.16.- Un avión vuela hacia el este con una velocidad relativa respecto del aire de 500 km/h. El viento sopla con una velocidad de 90 km/h hacia el sur.
a) Calcula la velocidad y dirección del avión respecto al suelo.
b) ¿En qué dirección debe volar el avión para ir en dirección este respecto del suelo, y con qué velocidad?
SOL.: a) 508 km/h; 10,2º SE ; b) 10,4º NE; 492 km/h

2.17.- Una persona que conduce un coche un día de tormenta observa que las gotas de agua dejan trazas en las ventanas laterales que forman un ángulo de 80° con la vertical cuando el coche se desplaza a 80 km/h. Seguidamente frena y observa que el agua cae verticalmente. Con estos datos determina la velocidad relativa del agua respecto al coche cuando éste se mueve a 80 km/h, así como la velocidad cuando el coche se encuentra parado.
SOL.: v'=22,6 m/s; v=3,9 m/s

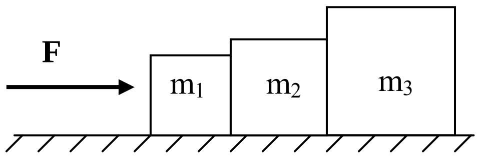
Tema 3. Dinámica de la partícula

3.1.- El sistema de la figura está en equilibrio. Si m_2 = 6 Kg, calcula la tensión en las cuerdas y el valor de m_1.
SOL.: m_1 = 3,46 Kg, $T_1 = T_3$ = 33,9 N, T_2 = 58,8 N.



3.2.- Tres bloques están en contacto entre sí sobre una superficie horizontal sin rozamiento. Se aplica una fuerza horizontal $\vec{F}$ tal y como muestra la figura. Si m_1 = 2 Kg, m_2 = 3 kg, m_3 = 4 kg y F = 18 N. Calcula:

a) La aceleración de los bloques
b) La fuerza resultante sobre cada bloque
c) la fuerza de contacto entre los bloques



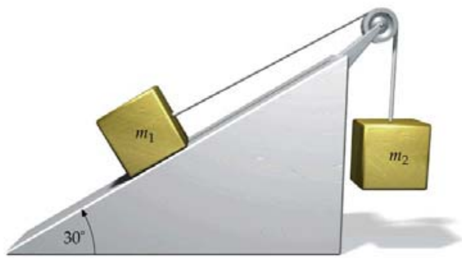
SOL.: a) 2 m/s^2 ; b) F_1 = 4 N, F_2 = 6 N, F_3 = 8 N; c) F_{12} = 14 N, F_{23} = 8 N

3.3.- Un bloque de 8 Kg y otro de 10 kg conectados por una cuerda que pasa por una polea sin rozamiento y sin masa, deslizan por planos inclinados sin rozamiento como indica la figura.

a) Determina la aceleración de los bloques y la tensión de la cuerda.
b) Los dos bloques se reemplazan por otros de masas m_1 y m_2, de tal modo que los bloques permanecen en reposo. Determina toda la información posible sobre m_1 y m_2.

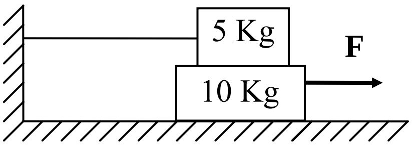
SOL.: a) 1,37 m/s^2 ; 61,4 N ; b) m_1/m_2 = 1,19

3.4.- Un bloque de masa m_1 = 250 g se encuentra en reposo sobre un plano que forma un ángulo de 30º sobre la horizontal. El coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y el plano es μ_c = 0,1. Este bloque está unido a un segundo bloque de masa m_2 = 200 g que cuelga libremente de una cuerda que pasa por una polea sin rozamiento y masa despreciable. Calcula la velocidad del segundo bloque cuando ha caído 30 cm.



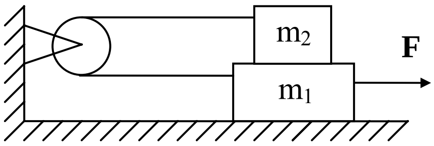
Supongamos ahora que m_1 = 4 Kg. El coeficiente de rozamiento estático entre el bloque y el plano inclinado es μ_e = 0,4. Determina, en este caso, el intervalo de valores posibles para m_2 de modo que el sistema esté en equilibrio estático.
SOL.: v = 83 cm/s; m_{2min} = 0,614 Kg, m_{2max} = 3,39 K

3.5.- Un bloque de 5 kg está encima de otro de 10 kg, que descansa sobre una superficie horizontal. Se aplica una fuerza de 45 N sobre el bloque de 10 Kg, mientras que el otro bloque permanece sujeto a la pared por una cuerda. El coeficiente de rozamiento cinético entre las superficies de contacto es 0,2. Calcula la aceleración del bloque de 10 Kg y la tensión de la cuerda.



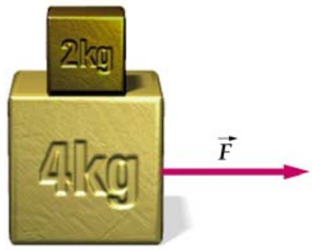
SOL.: 0,58 m/s^2 ; 9,8 N

3.6.- Encontrar la aceleración del sistema de la figura bajo la acción de **F**, teniendo en cuenta que el coeficiente de rozamiento entre las superficies en contacto es μ. La masa de la polea se considera despreciable.



SOL.: $a = \dfrac{F - 2\mu m_2 g}{m_1 + m_2} - \mu g$

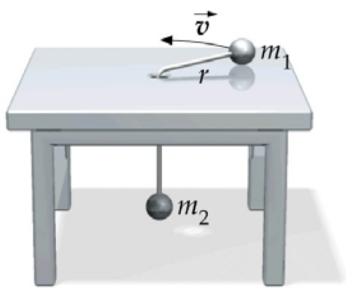
3.7.- Un bloque de 2 Kg está situado sobre otro de 4 Kg, que a su vez se apoya sobre una mesa sin rozamiento. Los coeficientes de rozamiento entre los dos bloques son μ_e = 0,3 y μ_c = 0,2.



a) ¿Cuál es la fuerza máxima F que puede aplicarse al bloque de 4 Kg de tal modo que el bloque de 2 Kg no deslice?.
b) Si F es la mitad de este valor máximo, determina la aceleración de cada bloque y la fuerza de rozamiento que actúa sobre cada uno de ellos.
c) Si F es el doble del valor máximo determinado en a), calcula la aceleración de cada bloque.

SOL.: a) F_{max} = 17,7 N; b) a = 1,48 m/s^2, f_r = 2,96 N; c) a_1 = 1,96m/s^2 , a_2 = 7,87 m/s^2

3.8.- La masa m_1 se mueve en una trayectoria circular de radio r sobre una mesa horizontal sin rozamiento. Está sujeta a una cuerda que pasa a través de un orificio (sin rozamiento) situado en el centro de la mesa. Una segunda masa m_2 está sujeta en el otro extremo de la cuerda. Si m_2 permanece en reposo, calcula la velocidad de m_2 y el periodo del movimiento circular.



SOL.: $v = \left(\dfrac{m_2}{m_1} gr\right)^{1/2}$; $T = \dfrac{2\pi}{\left(\dfrac{m_2}{m_1}\dfrac{g}{r}\right)^{1/2}}$

3.9.- Una masa m suspendida de un punto fijo por una cuerda de longitud L gira alrededor de la vertical con una velocidad angular ω. ¿Qué ángulo hace la cuerda con la vertical?
SOL.: $\cos\alpha = g/\omega^2 L$

3.10.- Un bloque de masa m_1 está sujeto a una cuerda de longitud L_1 fija por un extremo. La masa se mueve en un círculo horizontal soportada por una mesa sin rozamiento. Una segunda masa m_2 se une a la primera mediante una cuerda de longitud L_2 y se mueve también en círculo como indica la figura. Determina la tensión en cada una de las cuerdas si el periodo del movimiento es T.

SOL.: $T_1 = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \left[m_1 L_1 + m_2(L_1 + L_2)\right]$; $T_2 = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 m_2(L_1 + L_2)$

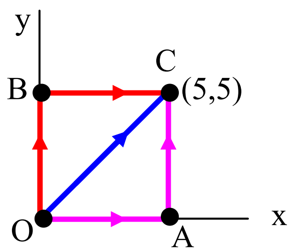
3.11.- Un juego mecánico de feria llamado *El Rotor* consta de un tambor giratorio con suelo móvil, que desaparece cuando el tambor gira rápidamente. En su interior, las personas se mantienen pegadas a la pared gracias al rozamiento. El coeficiente mínimo de rozamiento esperado entre las ropas de las personas y la pared es de 0,4. ¿Cuál es la velocidad angular mínima con la que debe girar el tambor para que pueda quitarse el suelo?. El radio del tambor es de 4 m.
SOL.: ω_{min} = 2.475 rad/s ≅ 24 rpm.

3.12.- Una curva de 200 m de radio tiene un peralte de 5°. Si el coeficiente de rozamiento entre las ruedas de un coche y el asfalto es μ=0,8 ¿cuál es la velocidad máxima con la que el coche puede tomar la curva sin derrapar?
SOL.: v=43,2 m/s.

3.13.- Una bolita se deja caer libremente en el aire, que ofrece una resistencia que es proporcional a su velocidad.
a) Comprueba que la bolita alcanza una velocidad límite
b) Encuentra la ecuación de la velocidad en función del tiempo, supuesta conocida la velocidad límite
c) Halla la ecuación del espacio en función de la velocidad.

SOL.: $v_L = mg/k$; $v = v_L([1-\exp(-gt/v_L)]$; $z = (v_L / g)\left[v_L \ln\frac{v_L}{v_L - v} - v\right]$.

3.14.- Una partícula se se mueve en el plano xy, sometida a una fuerza **F**=2y**i**+x^2**j** N, donde x e y están en m. La partícula se mueve desde el origen hasta el punto de coordenadas (5,5) m. Calcula el trabajo realizado por F a lo largo de a) OAC, b) OBC, c) OC. d) ¿Es F una fuerza conservativa?.
SOL.: a) 125 J; b) 50 J ; c) 66,7 J ; d) no



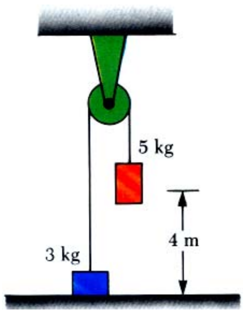
3.15.- Una partícula de masa m = 4 Kg se mueve a lo largo del eje X. Su posición viene dada por $x = t + 2t^3$ (unidades S.I.). Halla:
a) la energía cinética en función del tiempo.
b) la aceleración de la partícula y la fuerza que actúa sobre ella en cada instante.

c) la potencia suministrada a la partícula en cada instante.
d) el trabajo realizado sobre la partícula en el intervalo t = 0 a t = 2 s.
SOL.: a) $E_c=2 + 24t^2 + 72\ t^4$ J; b) a $=12t$ m/s^2,F = 84t N; c)P=48t + 288 t^3 W; d) W=1248 J.

3.16.- Dos masas están conectadas por una cuerda ligera que pasa por una polea sin rozamiento y masa despreciable como muestra la figura. La masa de 5 Kg se deja caer desde el reposo. Se pide:

a) Determina la velocidad de la masa de 3 Kg justo cuando la de 5 Kg llega al suelo.
b) Halla la altura máxima alcanzada por la masa de 3 Kg.

SOL.: a) 4,43 m/s ; b) 5 m.



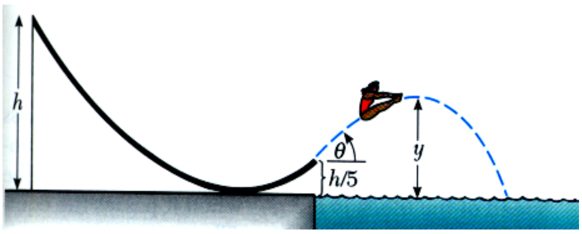
3.17.- Una pelota de béisbol de masa 0,17 Kg se lanza desde el tejado de un edificio situado a 12 m por encima del suelo. Su velocidad inicial es de 30 m/s y el ángulo de lanzamiento 40º sobre la horizontal.

a) ¿Cuál es la altura máxima alcanzada por la pelota?
b) ¿Cuál es el trabajo realizado por la gravedad cuando la pelota se mueve desde el tejado hasta su altura máxima?
c) ¿Cuál es la velocidad de la pelota cuando choca con el suelo?

SOL.: a) 31 m ; b) –31,6 J ; c) 33,7 m/s

3.18.- Una niña resbala sin rozamiento desde una altura h a lo largo de un tobogán, tal y como muestra la figura. Sale lanzada desde una altura h/5 sobre una piscina. Determina la altura máxima alcanzada en función de h y θ.

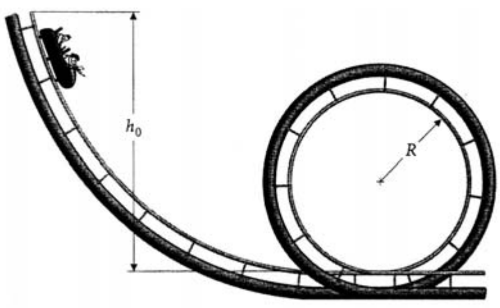
SOL.: $y = \frac{h}{5}\left(1 + 4\text{sen}^2\theta\right)$



3.19.- Un carrito de montaña rusa se suelta desde una altura h_0 sobre la parte inferior de una vía sobre la que desliza sin rozamiento.

a) ¿Cuál es el valor mínimo de h_0 para hacer el rizo de radio R sin caerse?
b) Si h_0 es el doble del valor mínimo, calcula la velocidad y la fuerza de reacción normal de la vía en el punto más alto del rizo. Considera el carrito con masa m.

SOL.: a) $h_0=(5/2)R$; b) $v= (6gR)^{1/2}$, N = 5mg



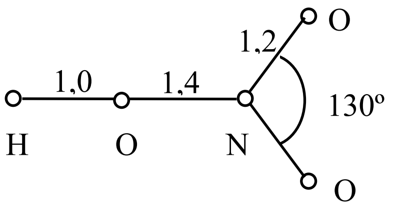
3.20.- Un bloque pequeño de 2 g de masa se halla inicialmente en reposo en el punto más alto de un hemisferio liso de 20 cm de radio. Si se desprecian los rozamientos, determina el ángulo que formará el radio vertical con el radio que pasa por el punto en el que el bloque abandonará la superficie del hemisferio, al desplazarlo de su posición de equilibrio.

SOL.: $\cos\varphi_0=2/3$

3.21.- En 1987, el esquiador británico Graham Wilkie alcanzó una velocidad de 211 km/h cuesta abajo. Suponiendo que después de alcanzar la máxima velocidad al final de la pista de descenso hubiese continuado deslizándose sobre una superficie horizontal, determina la máxima distancia d que hubiera recorrido en esta superficie. Suponer que el coeficiente de rozamiento cinético μ_c es constante en todo el recorrido; despreciar la resistencia del aire. Suponer que la colina tiene 225 m de altura con una pendiente constante de 30º.
SOL.: d = 1369 m

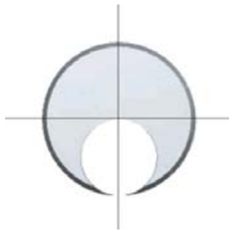
Tema 4. Sistemas de partículas

4.1.- Determina la posición del centro de masas de la molécula de ácido nítrico (HNO_3), cuya configuración viene dada en la figura. Las distancias están expresadas en Å (1 Å = 10^{-10} m).



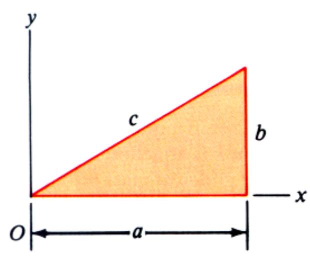
SOL.: 2,3 Å respecto de H.

4.2.- Una placa circular de radio R tiene un orificio circular cortado en ella con un radio R/2 (ver figura). Halla el centro de masas de la placa. Indicación: el orificio puede representarse por dos discos superpuestos uno de masa m y el otro de masa –m.
SOL.: y_{CM}=R/6.



4.3.- Cuando un tramo uniforme de alambre, de longitud L, se dobla en su centro formando un ángulo α, su centro de masas queda en la bisectriz del ángulo. Calcula la distancia del centro de masas al centro del alambre, en función de α. Si el alambre se dobla formando tres de los lados de un cuadrado, ¿a qué distancia está el centro de masas del alambre del centro geométrico del cuadrado?.
SOL.: $\frac{1}{4}L\cos(\alpha/2)$; L/18.

4.4.- Calcula el centro de masas de: a) un anillo semicircular homogéneo de radio R; b) un disco semicircular homogéneo de radio R; c) un triángulo rectángulo homogéneo con las dimensiones de la figura adjunta.
SOL.: a) $y_{CM} = 2R/\pi$; b) $y_{CM} = (4/3\pi)R$. c) $x_{CM} = 2a/3$ $y_{CM} = b/3$



4.5.- Dos partículas de masas m_1 y m_2 se encuentran inicialmente a una altura H sobre el suelo. Se dejan caer en el mismo instante, la primera con velocidad inicial cero, y la segunda con una velocidad inicial horizontal v_0. Describe el movimiento del centro de masas:

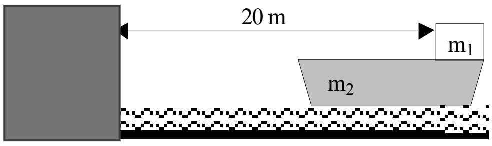
a) Si $m_1 = m_2 = m$
b) Si $m_1 \neq m_2$

SOL.: a) tiro horizontal con $v_0^{CM} = \frac{v_0}{2}$; b) tiro horizontal con $v_0^{CM} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} v_0$

4.6.- Una granada ha sido lanzada con una velocidad inicial de 400 m/s y un ángulo de 60° respecto la horizontal. En el punto más alto de su trayectoria estalla en dos fragmentos de igual masa, uno de los cuales cae verticalmente ¿A qué distancia del punto de disparo cae el segundo fragmento?
SOL.: d=21209 m.

4.7.- Dos astronautas con masas m_1=55 Kg y m_2=85 Kg se encuentran en el espacio inicialmente en reposo, ligados entre sí por una cuerda y separados 10 m. Si m_2 tira de la cuerda con una fuerza de 10 N, ¿a qué distancia de m_1 se juntarán los dos?.
SOL.: 6,1 m.

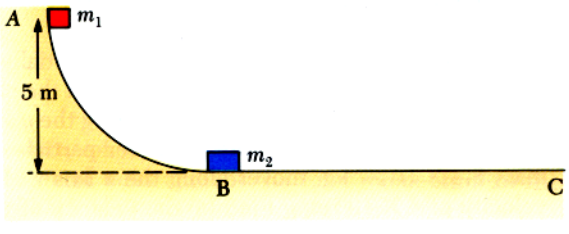
4.8.- Un perro (m_1=10 Kg) está en el extremo de una canoa (m_2=40 Kg), inicialmente en reposo, a 20 m de tierra como muestra la figura. El perro recorre 8 m sobre la canoa hacia tierra y se para. ¿A qué distancia de tierra estará el perro ahora? (Se desprecia la resistencia del agua al movimiento de la canoa).



SOL.: 13,6 m.

4.9.- Una partícula de masa m_1 que se mueve con velocidad v_1 realiza un choque frontal con una partícula de masa m_2 inicialmente en reposo.
a) Si el choque es elástico, analiza las velocidades después del choque en función de los valores de m_1 y m_2.
b) Lo mismo si el choque es inelástico.
SOL.: a) $v_2' = \frac{2}{1+\alpha} v_1$; $v_1' = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} v_1$; b) $v' = \frac{v_1}{1+\alpha}$; con $\alpha = m_2 / m_1$ en ambos casos.

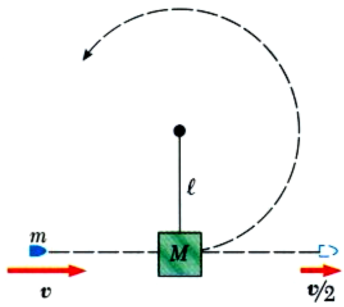
4.10.- Considera la pista sin rozamiento ABC de la figura. Un bloque de masa m_1 = 5 Kg se suelta desde la posición A. Choca frontal y elásticamente con el bloque de masa m_2 situado en B, inicialmente en reposo. Calcula las velocidades de los bloques y la altura máxima a la que subirá m_1 después del choque.
SOL.: $v_1' = -3{,}3\ m/s$; $v_2' = 6{,}6\ m/s$; 0,55 m.



4.11.- Un conductor descuidado choca por detrás contra un coche que está parado en un cruce. Ambos conductores tienen las ruedas frenadas antes del choque. La masa del coche golpeado es de 900 Kg y la del vehículo culpable es de 1200 Kg. En la colisión, los parachoques de los dos coches se enganchan entre sí. La policía determina a partir

de las marcas del deslizamiento sobre el suelo que después del choque, los dos vehículos se movieron juntos 6,8 m. Las pruebas revelan que el coeficiente de rozamiento deslizante entre los neumáticos y el pavimento es 0,92. El conductor del coche que provoca la colisión afirma que él se movía a una velocidad inferior a 50 Km/h cuando se aproximaba al cruce. ¿Está diciendo la verdad?.
SOL.: No, se movía a 70 Km/h.

4.12.- Una bala de masa m y velocidad v pasa completamente a través de un péndulo balístico de masa M, sujetado mediante una cuerda de longitud l y masa despreciable, tal y como muestra la figura. La bala sale con una velocidad v/2. Calcula:



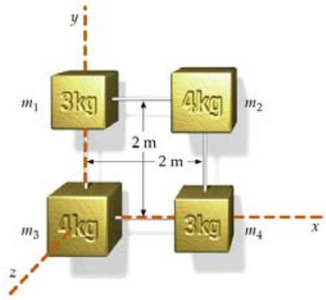
a) La altura máxima alcanzada por el péndulo.
b) Calcula la variación de energía cinética antes y después del choque. ¿Es el choque elástico?. Calcula, en su caso, el coeficiente de restitución.
c) ¿Cuál es la velocidad mínima de la bala para que el péndulo llegue a describir una circunferencia completa?.

SOL.: a) $h = \frac{v^2}{8g}\frac{m^2}{M^2}$; b) $\Delta E_c = -\frac{1}{8}mv^2\left(3 - \frac{m}{M}\right)$, inelástico, $e = \frac{1}{2}\left|1 - \frac{m}{M}\right|$; c) $v_{min} = 4\frac{M}{m}\sqrt{gl}$.

4.13.- Una bala de 100 g se dispara contra un péndulo balístico de 10 kg, al que atraviesa. El péndulo asciende a una altura de 10 cm. A continuación la bala se incrusta en otro péndulo idéntico que asciende hasta 40 cm. Halla la velocidad inicial de la bala.
SOL.: v=423 m/s.

4.14.- Dos bolas de masas m_1 y m_2 están suspendidas de dos hilos inextensibles de 1 m de longitud. Las bolas se tocan sin presión cuando los hilos están verticales. Separamos m_1 de su posición de equilibrio un ángulo de 60° manteniendo el hilo extendido. Soltamos la bola de modo que choca con la que permanecía inmóvil. Suponiendo que $m_2=2m_1$, calcula la altura a la que ascenderán las dos bolas después del choque si éste es totalmente elástico. Si en realidad la que más asciende alcanza una altura de 17 cm, determina el valor del coeficiente de restitución.
SOL.: h_1=0,056 m; h_2=0,222 m; e=0,75.

Tema 5. Dinámica del sólido rígido

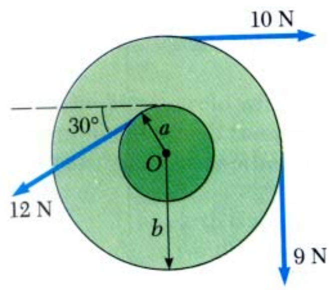


5.1.- Cuatro partículas están en los vértices de un cuadrado unidas por varillas sin masa (ver figura), de modo que $m_1 = m_4 = 3$ Kg y $m_2 = m_3 = 4$ Kg. La longitud del cuadrado es L = 2 m. Halla los momentos de inercia respecto de los ejes *X*, *Y* y *Z*.
SOL.: $I_x = 28\ Kg{\cdot}m^2 = I_y$; $I_z = 56\ kg{\cdot}m^2$.

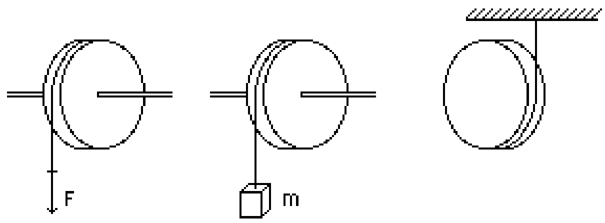
5.2.- Calcula el momento de inercia de los siguientes objetos: a) una varilla delgada de longitud L y masa M, con respecto a un eje perpendicular que pasa por un extremo y un eje perpendicular que pasa por el centro; b) una placa rectangular homogénea delgada de lados a y b y masa M, respecto a un eje perpendicular que pasa por el centro de masas y respecto a un eje perpendicular que pasa por un vértice; c) un anillo delgado uniforme de masa M y radio R, respecto de un eje que pasa por un diámetro.

SOL.: a) $ML^2/3$, $ML^2/12$; b) $M(a^2+b^2)/12$, $M(a^2+b^2)/3$ c) $MR^2/2$

5.3.- Halla el momento de fuerzas neto que actua sobre el disco de la figura, respecto de un eje que pasa por O si a = 10 cm y b = 25 cm.
SOL.: -3,55 N·m

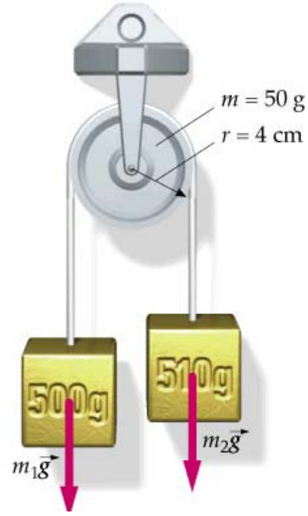


5.4.- Calculad la aceleración angular de una polea cilíndrica de 0,5 m de radio y 20 kg de masa en los casos: a) se aplica una fuerza F de 9,8 N a la cuerda; b) se cuelga una masa de 1 kg en el extremo de la cuerda; c) se fija al techo un extremo de la cuerda.
SOL.: a) α=1,96 rad/s^2; b) α=1,78 rad/s^2; c) α=13,07 rad/s^2.



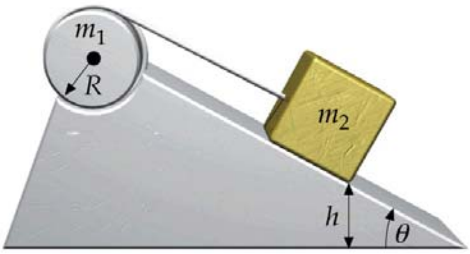
5.5.- Una máquina de Atwood posee dos objetos de masas m_1 = 500 g y m_2 = 510 g, unidos por una cuerda de masa despreciable que pasa por una polea sin rozamiento. La polea es un disco uniforme de masa 50 g y un radio de 4 cm. La cuerda no se desliza sobre la polea.

a) Halla la aceleración de las masas.
b) ¿Cuál es la tensión de la cuerda que soporta a m_1?. ¿Y de la cuerda que soporta a m_2?. ¿En cuanto difieren?.
c) ¿Cuáles serían las respuestas dadas si se hubiese despreciado la masa de la polea?



SOL.: a) a = 0,0947 m/s; b) T_1 = 4,947 N , T_2 = 4,949 N , ΔT = 0,002 N ; c) a = 0,0970 m/s , $T_2 = T_1$ = 4,948 N, ΔT = 0.

5.6.- Un cilindro uniforme de masa m_1 y radio R gira sobre un eje sin rozamiento. Se enrolla una cuerda alrededor del mismo que se mueve con una masa m_2 la cual está apoyada en un plano inclinado sin rozamiento de ángulo θ, como se ve en la figura. El sistema se deja en libertad desde el reposo con m_2 a una altura h sobre la base del plano inclinado.



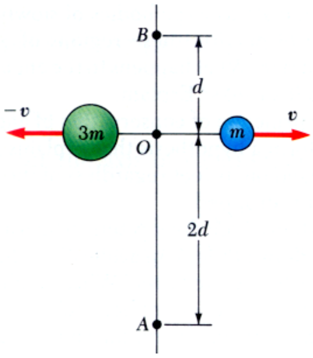
a) ¿Cuál es la aceleración de la masa m_2?
b) ¿Cuál es la tensión de la cuerda?
c) ¿Con que velocidad llega la masa m_2 al final del plano inclinado?
d) Analizar las respuestas para los casos θ = 0º, θ = 90º y m_1 = 0.

SOL.: a) $a = \dfrac{2m_2 g\,\text{sen}\theta}{2m_2 + m_1}$; b) $T = \dfrac{m_1 m_2 g\,\text{sen}\theta}{2m_2 + m_1}$; c) $v = \sqrt{\dfrac{4m_2 gh}{2m_2 + m_1}}$

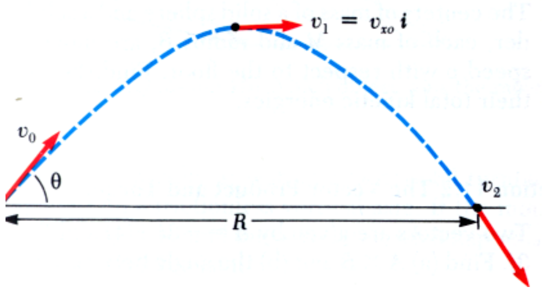
5.7.- Una varilla recta de longitud 1 m y masa 2 kg que está inicialmente en posición vertical, puede girar alrededor de un eje que pasa por su extremo inferior. Calcúlese la velocidad angular cuando llega al suelo.
SOL.: ω=5,4 rad/s.

5.8.- Un esfera maciza, un cilindro macizo y un anillo, todos con radio R y masa m bajan rodando sin deslizar por un plano inclinado un ángulo φ con la horizontal. Si todos parten del reposo a una altura h = 1m, ¿en qué orden llegarán al punto más bajo del plano inclinado? ¿con qué velocidad?.
SOL.: Esfera, cilindro y anillo. v_{esfera} = 3.7 m/s, $v_{cilindro}$ = 3.6 m/s, v_{anillo} = 3.1 m/s.

5.9.- Dos partículas se mueven en sentidos opuestos a lo largo de una línea recta (ver figura). La partícula de masa m se mueve hacia la derecha con velocidad v mientras que la partícula de masa 3m se mueve hacia la izquierda con velocidad v. ¿Cuál es el momento angular total del sistema respecto de a) el punto A, b) el punto O y c) el punto B?.
SOL.: a) $4mvd\vec{k}$; b) $\vec{0}$; c) $-2mvd\vec{k}$



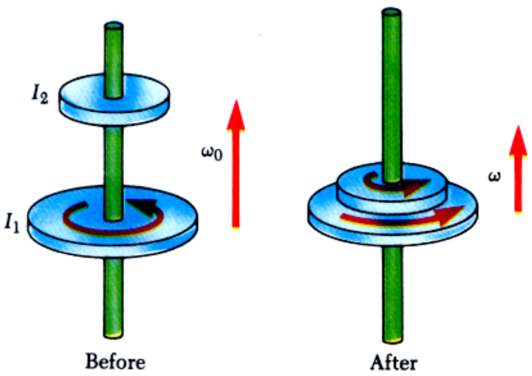
5.10.- Una partícula de masa m se lanza con una velocidad v_0 formando un ángulo θ con la horizontal, como muestra la figura. Se pide: calcula el momento angular en a) el origen, b) el punto de máxima altura y c) en el punto de máximo alcance. d) ¿Qué momento externo es el responsable de la variación del momento angular?.



SOL.: a) $\vec{L}_0 = \vec{0}$; b) $\vec{L}_1 = -\dfrac{mv_0^3 \cos\theta \operatorname{sen}^2\theta}{2g}\vec{k}$; c) $\vec{L}_2 = -\dfrac{2mv_0^3 \cos\theta \operatorname{sen}^2\theta}{g}\vec{k}$; d) el momento de la fuerza gravitatoria.

5.11.- Un hombre de masa m=70 kg se encuentra en el borde de una plataforma horizontal de masa M=100 kg y radio R=5 m. La plataforma puede girar libremente alrededor de un eje vertical que pasa por su centro. Partiendo del reposo, el hombre lanza una masa m_0=1 kg con velocidad v_0=10 m/s en dirección tangencial a la plataforma. Obtener la velocidad angular con que girará el sistema.
SOL.: ω=0,017rad/s

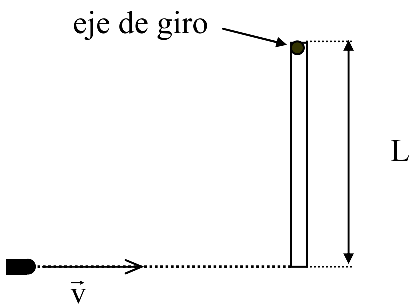
5.12.- Un cilindro de momento de inercia I_1 gira con velocidad angular ω_0 en torno a un eje vertical sin rozamiento. Un segundo cilindro, con momento de inercia I_2, que inicialmente no gira, cae sobre el primero. Como las superficies de los cilindros son rugosas, los dos cilindros adquieren la misma velocidad angular ω. Determina: a) la velocidad angular con la que girarán los dos discos, b) la variación relativa (pérdida) de energía cinética.



SOL.: a) $\omega = \dfrac{I_1}{I_1 + I_2}\omega_0$; b) $\dfrac{\Delta E_c}{E_{ci}} = -\dfrac{I_2}{I_1 + I_2}$

5.13.- Una bala de masa m = 20 g que se mueve horizontalmente con una velocidad v, choca y se queda incrustada en el extremo inferior de una varilla de longitud L = 20 cm y masa M = 0,5 kg, que está suspendida por el extremo superior, alrededor del cual puede girar libremente (ver figura). Se pide:

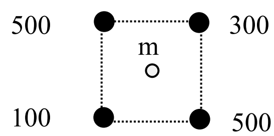
a) Calcula la velocidad mínima de la bala para que la varilla (con la bala) gire un ángulo de 180º.
b) En las condiciones del apartado a) calcula la energía perdida en el choque



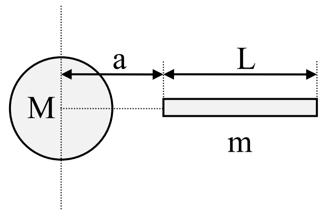
SOL.: a) v_{min} = 31,43 m/s ; ΔE = -8,82 J.

Tema 6. Interacción gravitatoria

6.1.- Calcula la fuerza gravitatoria sobre la partícula de masa m=250 Kg, situada en el centro del cuadrado de la figura, de 2 m de lado.
SOL.: **F**=1,18·10^{-6} (**i**+**j**) N



6.2.- Dos masas iguales, M, están situadas sobre el eje OX, a igual distancia x del origen de coordenadas y una a cada lado. Halla: a) La expresión de la intensidad del campo gravitatorio creado por las dos masas en un punto cualquiera del eje OY. b) La expresión de la energía potencial de una masa m respecto del origen y situada en cualquier punto del eje OY. c) Si dicha masa m se deja suelta en un punto tal que $y << x$, halla la velocidad que llevará al pasar por el origen de coordenadas.



SOL.: a) $\mathbf{E}=-[2GMy/(x^2+y^2)^{3/2}]\ \mathbf{j}$, b) $Ep=2GMm\ [(1/x)-1/(x^2+y^2)^{1/2}]$, c) $v=y(2GM/x^3)^{1/2}$.

6.3.- Una esfera uniforme de masa M está localizada cerca de una varilla delgada y uniforme de masa m y longitud L, como indica la figura. Halla la fuerza gravitatoria de atracción ejercida por la esfera sobre la varilla.
SOL.: $F=GMm/a(a+L)$

6.4.- Un proyectil se dispara hacia arriba desde la superficie de la Tierra con una velocidad inicial de 8 km/s. Determina la altura máxima que alcanza (despreciar la resistencia del aire).
SOL.: $h=1{,}05\ R_T$ (con R_T= radio de la Tierra).

6.5.- Dos partículas de masas m_1 y m_2 están inicialmente en reposo separadas una distancia infinita. Por su atracción mutua, comienzan a moverse una hacia la otra. ¿qué velocidad tendrá cada una de ellas cuando se encuentren a una distancia r?.
SOL.: $v_1=[2Gm_2^2/r(m_1+m_2)]^{1/2}$; $v_2=[2Gm_1^2/r(m_1+m_2)]^{1/2}$

6.6.- Se proyecta desde la superficie de la Tierra una partícula con una velocidad doble de la de escape. Cuando esté muy lejos de la Tierra, ¿cuál será su velocidad?
SOL.:19,4 Km/s

6.7.- ¿Qué factor hay que incrementar la velocidad de un objeto en órbita circular para alcanzar la velocidad de escape desde su altitud orbital?.
SOL.: $\sqrt{2}$

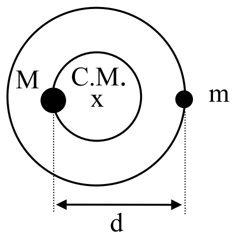
6.8.- Queremos situar un satélite de masa m= 1000 kg en órbita circular geoestacionaria. ¿A qué altura sobre la superficie terrestre está la órbita?. ¿Qué velocidad tiene el satélite?. Teniendo en cuenta que se parte del reposo en la estación de lanzamiento, ¿cuál es la energía necesaria para situar el satélite en órbita? (desprecia la resistencia del aire).
SOL.: $h = 3{,}59\cdot10^7$ m; $v = 3070$ m/s; $\Delta E = 5{,}77\times10^{10}$ J

6.9.- La tabla adjunta da el radio de la órbita (supuesta circular) y el periodo de revolución de las lunas de Júpiter, descubiertas por Galileo en 1610. Con estos datos comprobar que se cumple la 3ª ley de Kepler y estimar la masa de Júpiter.
SOL.: $M_J= 1{,}9\times10^{27}$ Kg.

	R (Km)	T (días)
Io	$4{,}22\cdot10^5$	1,77
Europa	$6{,}71\cdot10^5$	3,55
Ganímedes	$1{,}07\cdot10^6$	7,16
Calisto	$1{,}88\cdot10^6$	16,69

6.10.- En un sistema de estrellas binarias, dos estrellas de masas M y m se encuentran separadas una distancia d, y describen órbitas circulares respecto a su CM. a) Demuestra que el periodo es el mismo para las dos estrellas. b) Calcula este periodo en función de la distancia d que separa ambas estrellas.

SOL.: b) $T^2=4\pi^2d^3/[G(M+m)]$



Tema 7. Elasticidad

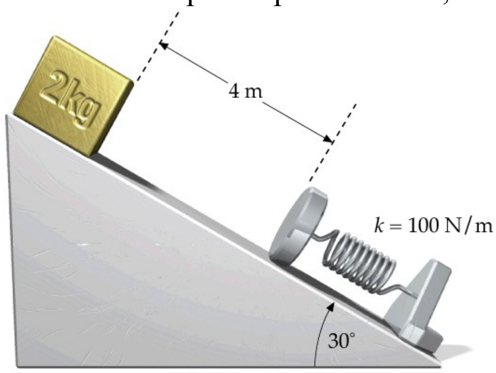
7.1.- En el extremo superior de un plano inclinado de 4 m de longitud y 30° de inclinación hay una masa de 2 kg. En el extremo inferior hay un muelle fijo de constante elástica k = 100 N/m y masa despreciable. El cuerpo empieza a caer, partiendo del reposo.

a) Halla la compresión máxima del muelle, despreciando el rozamiento.

b) ¿Cuál será la compresión máxima si el coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano es μ = 0,2?.

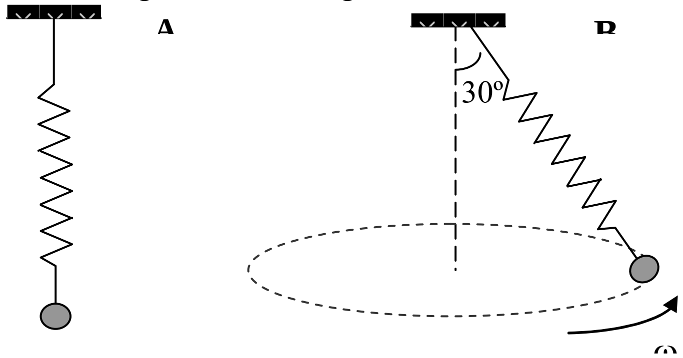
c) En este último caso, ¿hasta qué punto subirá el bloque por el plano después de abandonar el muelle?

SOL.: a) 0,989 m ; b) 0,783 m ; c) 1,54 m.



7.2.- De un muelle de 50 cm de longitud sujeto por su extremo superior se cuelga una bola pequeña de 100 gramos y el muelle se alarga 1 cm (ver figura A). Se hace girar a la bola en un plano horizontal de manera que el muelle forma un ángulo de 30º con la vertical (ver figura B). Se pregunta:

a) ¿Cuál es el nuevo alargamiento del muelle en B?
b) ¿A qué velocidad angular constante gira la bola?



7.3.-Con qué fuerza tendremos que tirar de los extremos de un hilo de aluminio de 3.75 m de largo y 0.32 mm de espesor para que pueda pasar exactamente por un agujero de diámetro 0.30 mm.
Dato: Módulo de Young: 7.0 10^{10} N/m^2. Coeficiente de Poison: 0.13.
SOL.: 2.7×10^3 N.

7.4.- Un bloque de mármol de 12 Tm se apoya sobre un tubo de acero vertical de 25 cm de largo, 12 cm de radio exterior y 4 cm de radio interior. Calcula el acortamiento producido en el soporte.
Dato: Módulo de Young: 2.1×10^4 kp/mm^2
SOL.: 3.55×10^{-6} m.

7.5.- Del techo de una habitación se cuelga un alambre de acero de 0.8 mm de diámetro en cuyo extremo inferior va soldado otro alambre de aluminio de 1.2 mm de diámetro, lastrado por su otro extremo con un peso de 15 kp. La longitud total de los dos alambres es de 4 m. Sabiendo que el peso provoca alargamientos iguales en los dos alambres, se piden las longitudes originales de estos, así como la energía elástica almacenada en cada uno.
Datos: Módulos de Young: acero, 2.1 $\times10^4$ kp/mm^2; aluminio, 0.7$\times$ 10^4 kp/mm^2.
SOL.: l_1=2.3 m; l_2 = 1.7 m; Δl = 3.3 10^{-3} m; E = 0.243 J.

7.6.- Un péndulo de torsión está formado por un alambre de 40 cm de longitud y 1 mm de diámetro, que lleva en su extremo inferior un disco metálico homogéneo de 500 g de masa y 8 cm de radio. Se aplica al disco un par de fuerzas de momento 3 Nm que le hace girar un ángulo de 10°. Calcula el módulo de rigidez del alambre.
SOL.: μ=7$\times$ 10^{13} N/m^2.

7.7.- En un tubo rígido de 1.2 m de longitud y 3.6 cm^2 de sección, se introduce agua. Si se aplica una fuerza de 47 kp mediante un émbolo que actúa por un extremo del líquido ¿Qué cambio de altura experimentará la columna líquida? ¿Cuál será la variación relativa de la densidad del agua, expresada en %?.
Dato: Módulo de compresibilidad del agua: 2.2$\times$ 10^4 kp/cm^2.
SOL.: Δh =-0.71 mm; $(\rho'-\rho)/\rho$ = 0.059%.

7.8.- Un bloque ortoédrico de cierto material sufre una variación relativa de volumen de 5.266 10^{-4} cuando es sometido a una presión de 135.8 atm. Se desea saber:

a) El coeficiente de Poisson de dicho material
b) El valor de la fuerza tangencial que debe actuar sobre una de sus caras de dimensiones 2.8x3.5 m para que le produzca un ángulo de cizalla de 0.22°.

Dato: Módulos de Young: 1600 kp/mm^2.
SOL.: a) σ=0.40; b) F=2.11$\times$ 10^8 N.

Tema 8. Estática de fluidos

8.1.- Un bloque de madera flota en el agua con dos terceras partes de su volumen sumergido. En aceite el bloque flota con 0,9 de su volumen sumergido. Calcula la densidad de a) la madera y b) el aceite.
SOL.: a) 670 Kg/m^3; b) 740 Kg/m^3.

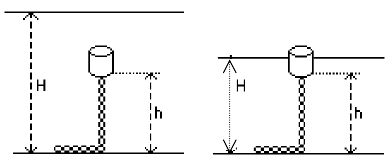
8.2.- a) Determina el volumen de la parte sumergida de un iceberg, sabiendo que el de la parte emergente es de 40 m^3. b) Calcula la masa máxima que se puede poner por encima del iceberg sin que se hunda totalmente. Datos: ρ_{hielo} 0,92 g/cm^3, y $\rho_{agua\ del\ mar}$ = 1,03 g/cm^3.
SOL.: a) 335 m^3; b) 41250 Kg.

8.3.- Un barco que en el mar desplaza 4000 toneladas, tiene una sección por la línea de flotación de 1000 m^2. Al navegar por un río se hunde 12 cm más que en el mar. Determina la densidad del agua del mar.
SOL.: 1031 kg/m^3

8.4.- En un recipiente se tiene aceite flotando sobre agua. Un corcho, de sección transversal cilíndrica de radio r y longitud l, está situado verticalmente entre las dos capas, de modo que su parte superior está en el aceite y su base en el agua. Determina la porción de corcho que está bajo el agua, en función de las densidades del corcho (ρ), del aceite (ρ_a) y del agua (ρ_o).
SOL.: $l_o/l = (\rho-\rho_a)/(\rho_o-\rho_a)$

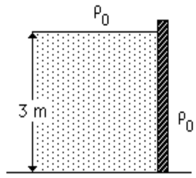
8.5.- Desde un punto situado a una altura de 10 m sobre la superficie de un estanque lleno de agua y de profundidad 5 m se deja caer una esferita de 0.2 cm de radio.
a) Si la esferita es de hierro de densidad 7.5 (relativa al agua), calcula :
   i) lo que tarda en llegar al fondo del estanque.
   ii) La energía cinética con que llega al fondo.
b) Si la esferita es de madera de densidad 0.3. calcula :
   i) la profundidad hasta la que llega a hundirse en el estanque.
   ii) La velocidad con que emerge a la superficie.
Se prescinde en todo el problema de las fuerzas de rozamiento.
SOL.: ai) 0.32 s; aii) 3.5 10^{-2} J; bi) 4.29 m; bii) 14 m/s

8.6.-Una cadena de hierro (ρ_{Fe}=7,85 g/cm^3) de longitud l=3 m y masa m=9 kg está unida por un extremo a la base de un cuerpo cilíndrico de radio R=0,15 m, de altura a=0,20 m y de masa M=10 kg. El otro extremo de la cadena está libre, y el sistema se encuentra dentro de un depósito que contiene agua hasta una altura H. Determina la altura h donde quedará flotando la base del cilindro en los siguientes casos: a) H=3 m.; b) H=1 m.
SOL.: a) 1,58 m; b) 0,83 m



a) b)

8.7.- a) Determina la fuerza total que actúa sobre la superficie de la presa de la figura. La presa tiene 1.5 m de anchura y el agua una profundidad de 3 m. b) Si a una profundidad de 2 m se hace un agujero de 20 cm^2 en la presa, ¿a qué velocidad saldrá el agua?, ¿qué volumen de agua saldrá en una hora (supón que el nivel de agua no baja apreciablemente durante este tiempo).

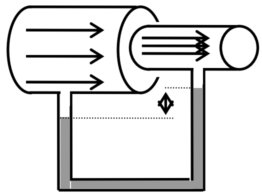


SOL.: a) 66150 N ; b) 6,26 m/s, 45,1 m^3

Tema 9. Dinámica de fluidos

9.1.- Para medir la velocidad de las aguas en la superficie de un río introducimos un tubo acodado contrariamente al sentido del movimiento del agua, y observamos que ésta se eleva dentro de él 20 cm. ¿Cuál será la velocidad?.
SOL.: 1,98 m/s

9.2.- Por el venturímetro de la figura circula agua, y los diámetros de las partes ancha y estrecha son 9,5 cm y 5,6 cm, respectivamente. El venturímetro tiene un manómetro de mercurio que indica una diferencia de 2,4 cm entre los niveles de las dos ramas. ¿cuál es la velocidad del agua en la parte ancha?. ¿cuál es el caudal que circula?.



SOL.: v = 0,94 m/s; G = 6,7 l/s

9.3.- Una bomba ejerce una presión de carga o manométrica de 3 atm y está conectada a una manguera que tiene 2 cm^2 de sección. Calcula la velocidad de salida del agua por la boca de la manguera a) si la boca está a nivel de tierra. b) si la boca está 2 m por encima de tierra. Calcula el caudal en cada uno de los casos.
SOL.: a) 24,7 m/s; 4,9 l/s; b) 23,8 m/s; 4,8 l/s

9.4.- El orificio inferior del embudo de la figura tiene una sección de 1 cm^2.
a) ¿Cuántos litros por segundo (gasto o caudal) debemos verter como máximo por la parte superior del embudo para que éste no se desborde?
b) Estando el embudo lleno (no se introduce más agua)¿cuánto tiempo tardará en vaciarse por completo?.
Considerar el embudo como un cono, sin tener en cuenta el cuello.
SOL.: a) 0,14 l/s; b) 3 s

9.5.- Una fuente lanza un chorro de agua de 10 m de altura. La boca del chorro, que está a nivel del suelo, tiene un diámetro de 1.25cm. La bomba que impulsa el agua está 3 m por debajo de la boca, en la vertical de la misma. La tubería que conduce el agua desde la bomba hasta la boca de la fuente tiene un diámetro de 1.5 cm. Determina la presión que ejerce la bomba.
SOL.: 1.79 atm

9.6.- Se tiene un depósito de agua, de 2 m^2 de sección, abierto por su parte superior. A 46 cm por debajo de la superficie libre del líquido se practica un orificio de 2 cm^2.a) Determina la velocidad de salida del agua por dicho orificio.

b) Es posible aumentar dicha velocidad ejerciendo una sobrepresión en la superficie superior del agua. Suponiendo que se optase por este método, colocando una plancha de plomo que cubriese toda la superficie, determina el espesor que debería tener dicha plancha para duplicar la velocidad de salida obtenida en el apartado a).
Dato: Densidad del plomo: 11300kg/m^3.
SOL.: a) v_2 = 3 m/s; b) 0.597 m

9.7.- Calcula la máxima diferencia de presión que puede haber entre los extremos de una conducción cilíndrica de 20 cm de longitud y de 3 cm de diámetro, para que por su interior circule un líquido de viscosidad 2,1 mPa s y cuya densidad es de 0,9, sin que su régimen llege a turbulento, en el caso de que dicha conducción sea vertical y que el líquido ascienda.
SOL.: Δp = 1766,8 N/m^2

Tema 10. Sistemas termodinámicos. Principio cero

10.1.- La densidad del mercurio a 0 °C es 13.60 g/cm^3 y su coeficiente de dilatación térmica es $1{,}82\cdot10^{-4}$ °C^{-1}. Calcula la densidad del mercurio a 500°C.
SOL: 12,36 g/cm^3

10.2.- Se quiere construir un termómetro clínico para medir temperaturas en el intervalo 25-50º C. Se dispone de un recipiente esférico de vidrio (bulbo) de 4 mm de diámetro interno lleno de mercurio (a 25º C) al que se le debe acoplar un capilar de 44 μm de diámetro interno. ¿Cuál es la longitud mínima del capilar? : a) despreciando la dilatación del vidrio y b) considerando la dilatación del vidrio. (Considérese que la zona en la que la dilatación del vidrio es apreciable es en el bulbo). Datos: $\beta_{Hg} = 1{,}82\cdot10^{-4}$ ºC^{-1}, $\alpha_{vidrio} = 9\cdot10^{-6}$ ºC^{-1}.
SOL.: a) 10 cm, b) 8,5 cm

10.3.- El péndulo de un reloj (péndulo simple) de longitud l_0 a una temperatura t_0 marca los segundos correctamente. ¿Cuánto atrasará en un día si la temperatura ambiente fuera (t_0+10) °C? Coeficiente de dilatación lineal del material del péndulo: $1{,}85\times10^{-5}$ °C^{-1}.
SOL: t = 8 s

10.4.- Una vasija de 1 litro contiene 0.05 moles de hidrógeno a 20 °C. a) Calcula la presión a que se encuentra el gas. Se abre la llave y parte del gas sale a la atmósfera: b) Calcula la masa de hidrógeno que queda en la vasija siendo la presión exterior exactamente 1 atm. c) ¿A qué temperatura se debe calentar el gas que ha quedado, cerrada la llave, para que la presión en la vasija recobre el valor inicial?.
SOL: a) p=1,2 atm, b) m= 0,0832 g, c) t= 78,8 °C

10.5.- Dos balones de vidrio, cuyos volúmenes interiores son 500 cm^3 y 200 cm^3 respectivamente, están conectados entre sí por un tubo de volumen despreciable. El aparato se llena de aire y se cierra, siendo la temperatura de 17°C y la presión de 750 mmHg. El balón más pequeño se sumerge en hielo fundente y el otro en agua hirviendo. Calcula la presión final del aire en los balones, despreciando la dilatación del vidrio.
SOL: p = 873 mm Hg.

10.6.- 3.2 gramos de oxígeno están contenidos en un cilindro con un pistón movible sin rozamiento. Inicialmente el gas ocupa un volumen de 1 litro y ejerce una presión de 1 atm. Se calienta a presión constante hasta que el volumen se duplica, y luego se le suministra calor a volumen cte hasta que la presión se duplica, volviendo finalmente a su temperatura inicial mediante una expansión adiabática, cerrando el ciclo isotérmicamente.
a) Escribe una tabla con los valores de las variables termodinámicas p,V,T en cada punto del ciclo
b) Dibuja el ciclo en un diagrama p-V.

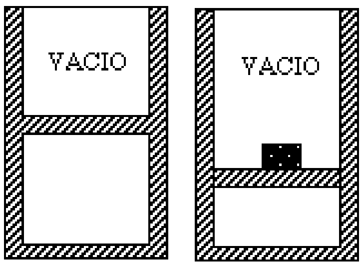
10.7.- La compresibilidad isotérmica k_T y el coeficiente de dilatación cúbica a para una sustancia hipotética vienen dados por las expresiones:

$$k_T = \frac{3(V-a)}{4PV} \qquad \alpha = \frac{(V-a)}{TV} \qquad a=cte$$

Deduce la ecuación de estado de esta sustancia?
SOL.: $(V-a)P^{3/4} = TK$

10.8.- Calcula el trabajo, expresado en Joules y calorías, que realizan 2 moles de un gas ideal en los siguientes procesos: a) expansión isobara (V_1= 2 l, V_2= 5 l, p = 3 atm); b) expansión isoterma (V_1 = 2 l, V_2 = 5 l, t = 27°C); c) transformación adiabática (T_1 = 300 K, T_2 = 400 K, c_v = 5/2 R); d) transformación isocora.
SOL.: a) W = 911,7 J; b)W = 4568,6 J; c) W= -4155 J; d) W = 0.

10.9.- Un mol de un gas ideal monoatómico se encuentra en un cilindro de radio a y soporta un pistón de masa m, inicialmente a una temperatura T_1. Posteriormente se le agrega al pistón, de una sola vez, una masa igual a 2m. Suponiendo que tanto las paredes del cilindro como la del pistón son adiabáticas, determina la posición de equilibrio del pistón (es decir, altura que ha descendido). DATOS: a, m, T_1, R (cte gases).
SOL: $\Delta h = -\frac{2}{5}\frac{RT_1}{mg}$



Tema 11. Primer principio

11.1.- a) Determina el equivalente en agua de un calorímetro (con su termómetro y agitador correspondientes) si se han colocado en el mismo 50 g de agua, se agita hasta el equilibrio térmico indicando el termómetro 15.2 °C y posteriormente se introducen 250 g de agua a 22.6 °C y se agita nuevamente alcanzando una temperatura de equilibrio de 20,5 °C. b) Si en estas condiciones se introducen además 128.9 g de alcohol etílico a 30.5 °C siendo la temperatura de la mezcla de 23°C, calcula el calor específico de dicha substancia.
SOL.: a) m=49,1 g; b) c= 0,9 cal/g°C

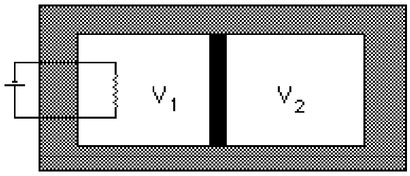
11.2.- a) Demuestra que en un diagrama p-V la pendiente de una adiabática (en valor absoluto) es mayor que la de una isoterma.
b) Comprueba que el trabajo sobre un gas ideal en una expansión adiabática desde V_1 hasta V_2 es $W_{12} = (p_2 V_2 - p_1 V_1) / (\gamma-1)$, donde γ es el coeficiente adiabático del gas.

11.3.- Calcula el índice adiabático de un gas ideal cuyo calor molar a volumen constante sea 4 cal/mol K.
SOL.: $\gamma = 1,5$

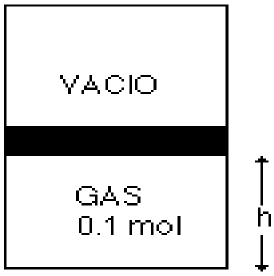
11.3.- Un gas, que presenta un comportamiento ideal, sufre una expansión adiabática y reversible, desde 25º y 200 atm hasta –185º y 10 atm. Calcula:
a) Variación de energía interna por mol
b) Trabajo realizado por mol
Si 1 mol de dicho gas experimenta un proceso reversible en dos etapas, primero isóbaro y después isotermo, que lo lleva desde 1atm y 20ºC hasta 0.5 atm y 40ºC, calular
c) energía intercambiada en forma de calor.
SOL.: ΔU=-609 cal/mol; W=609 cal/mol; Q=531.9 cal.

11.4.- Tenemos tres moles de un gas monoatómico a 300 K. Calcula el incremento de energía interna, de entalpía y el calor puestos en juego en los siguientes procesos: a) presión constante. b) volumen constante. La temperatura final para ambos procesos es de 270 K.
SOL.: a) Q=ΔH=-450 cal, ΔU=-270 cal; b) Q=ΔU=-270 cal, ΔH=-450 cal

11.5.- La figura representa un cilindro provisto de un émbolo central móvil sin rozamiento. Tanto las paredes del cilindro como del émbolo son adiabáticas. A cada lado del émbolo hay 54 litros de un gas perfecto (c_p = 4 cal/mol.K) a 1 atm y 273 K. Mediante una resistencia eléctrica se suministra calor al gas de la izquierda hasta alcanzar una presión final de 7.29 atm. Calcula: a) Temperatura final del gas de la izquierda. b) Trabajo realizado sobre el gas de la derecha. c) Calor suministrado al gas de la izquierda
SOL: a)T= 3243 K; b) W=-9300J; c) Q=69.2 kJ.

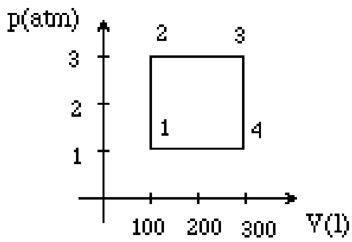


11.6.- En la parte interior del recipiente de la figura se tiene 0.1 mol de un gas perfecto. El pistón tiene una superficie de 50 cm^2 y una masa de 100 kg. Inicialmente la temperatura del sistema es de 273 K y la altura del pistón sobre la base del cilindro es h. Al calentar el gas, el pistón asciende 10 cm. Determina:
a) altura h inicial
b) temperatura final
c) variación de la energia interna
d) calor suministrado al gas.
Dato: c_V = 5 cal/mol.K
SOL: a) h= 0,23 m; b) T= 391,7 K; c) ΔU = 59,3 cal; d) Q= 82,7 cal.



Tema 12. Segundo principio

12.1.- Un gas ideal diatómico describe el ciclo de la figura. La temperatura en el punto 1 es 200 K. Calcula la variación de entropía que se produce en cada proceso así como la variación de entropía total.
SOL.:ΔS_{12}=33,5 cal/K,ΔS_{23}=46,9 cal/K, ΔS_{34}=-33,5 cal/K,ΔS_{41}=-46,9 cal/K, ΔS_T=0.



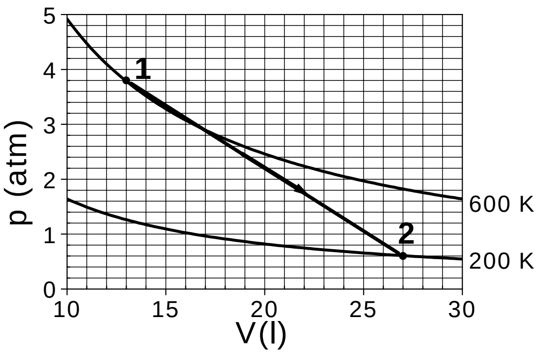
12.2.- Calcula la diferencia entre la entropía de 1 mol de H_2 en condiciones normales y la entropía de 1 mol de H_2 a 50°C y 3 atm, sabiendo que su calor molar a presión constante cumple: $c_p = 6.62 + 8.1x10^{-4}T$ cal/mol.K
SOL: ΔS = - 4,31 J/K.

12.3.- Dos moles de un gas ideal diatómico, que se encuentran inicialmente a 8 atm, experimentan una expansión libre adiabática contra una presión exterior de 2 atm. Teniendo en cuenta que el proceso es irreversible, calcula el incremento de entropía del gas en dicho proceso.
SOL: ΔS= 2,16 cal/K.

12.4.- Una máquina térmica funciona según un ciclo de Carnot entre dos focos a t_1=150°C y t_2=65 °C. Como el rendimiento es bajo, se proyecta duplicar dicho rendimiento aumentando la temperatura del foco caliente y disminuyendo a la vez la del foco frío en la misma cantidad, Δt.
a)¿Cuáles serán las temperaturas t'_1 y t'_2 de funcionamiento del nuevo ciclo?
Una vez mejorado el rendimento, la máquina cede al foco frío 1 kcal/s y realiza 240 ciclos/min, utilizando como fluido N_2 (masa molecular =28 g/mol).
b) ¿Cuál es la potencia que suministra la máquina?
c) ¿Qué cantidad de gas debe contener la máquina si se sabe que en el proceso isotermo, a la temperatura del foco caliente, se cuadruplica el volumen?
SOL: a) t'_1 = 202,6 °C, t'_2 = 12.4°C; b) P = 2,78 kW; c) m = 8,85 g

12.5.- Una máquina frigorífica que utiliza como sustancia el aire, trabaja según un ciclo constituido por dos isóbaras y dos adiabáticas. Extrae de la fuente fría 20000 kcal por hora. Las temperaturas finales de los procesos isobáricos son T_1=-5°C, T_3=30°C. Sabiendo que la máquina realiza 500 ciclos por minuto y teniendo en cuenta que las presiones extremas son 200 atm y 50 atm, calcula:
a) El rendimiento de la máquina
b) La cantidad de aire empleada
c) La potencia consumida
Datos: γ =1,4, M =28,9 g mol^{-1}.
SOL: a) η =2,06, b) m = 43 g, c) P = 11,3 kW

12.6.- En el diagrama p-V de la figura se muestra un proceso reversible de un gas ideal diatómico entre los estados 1 y 2, además de las isotermas a las temperaturas indicadas. Calcula:
a) El número de moles de gas que forman el sistema.
b) La variación de energía interna, el calor intercambiado y el trabajo realizado por el gas en el proceso indicado.
c) La variación de entropía en el proceso.



SOL.: a) n = 1 mol; b) ΔU = -8360 J, W = 3120 J, Q = -5240 J; c) ΔS = -16,7 J/K

12.7.- Tenemos 0,5 litros de un gas ideal diatómico a 20ºC y 1 atm (estado 1). Mediante una compresión adiabática se reduce el volumen a la décima parte del valor inicial (estado 2). A continuación se expande isotérmicamente hasta el volumen inicial (estado 3) y se cierra el ciclo con un proceso isócoro (a volumen constante). Suponiendo que los tres procesos del ciclo son reversibles. Se pide:

a) Dibuja el ciclo en un diagrama p-V y calcula las variables termodinámicas (P,V,T) de los tres estados involucrados.

b) Calcula ΔU, Q, W y ΔS en cada proceso y para todo el ciclo.

c) Calcula el rendimiento del ciclo.

SOL.: a) p_2 = 25,12 atm, T_2 = 736,4 K = T_3, $V_3 = V_1$ = 0,5 l, p_3 = 2,51 atm; b) Q_{12} = 0, $\Delta U_{12} = -W_{12}$ = 46,1 cal, $\Delta S12$ = 0, ΔU_{23} = 0, $Q_{23} = W_{23}$ = 70,5 cal, ΔS_{23} = 0,096 cal/K, W_{31} = 0, $Q_{31} = \Delta U_{31}$ = -46,1 cal, ΔS_{31} = -0,096 cal/K; c) η = 35 %.

12.8.- Tenemos siete gramos de un gas de peso molecular 70 g/mol que inicialmente ocupan un volumen de 2 litros a una presión de 2 atm. Mediante una expansión adiabática se alcanza un estado cuya temperatura es 27° C y volumen 6.74 litros. Después, mediante un proceso isotermo, se reduce su volumen hasta 0.75 litros. A continuación se expande isobáricamente hasta un volumen de 1.5 litros, y el ciclo se cierra a través de un proceso cuya representación en un diagrama pV es una línea recta.

a) Calcula p, V y T en todos los puntos de discontinuidad del ciclo (TABLA-RESUMEN). Dibuja el ciclo en un diagrama pV.

b) Calcula ΔU, W y Q en cada proceso y en todo el ciclo.

c) Calcula el rendimiento del ciclo. Compáralo con el rendimiento de un ciclo de Carnot operando entre las mismas temperaturas extremas.

d) Calcula la variación de entropía en cada proceso y en todo el ciclo.

SOL: a) y b)

Estados:	*1*	*2*	*3*	*4*
p (atm)	2	0,36	3,28	3,28
V(litros)	2	6,74	0,75	1,5
T(K)	487,8	300	300	600

Procesos:	*1-2*	*2-3*	*3-4*	*4-1*
ΔU(J)	-392,5	0	627	-232,2
Q(J)	0	-550	876,9	101,6
W(J)	392,5	-550	249,9	131,8
ΔS(J/K)	0	-1,83	2,01	-0,167

c) η = 0,26; η_c = 0,50

Tema 13. Campo eléctrico

13.1.- Dos esferas muy pequeñas de masa m, cargadas con la misma carga, se encuentran en los extremos de dos hilos de longitud L, suspendidos en el mismo punto. Si en la posición de equilibrio, el ángulo que forma cada hilo con la vertical es θ.

a) Calcula la carga de cada esfera.

b) Si desaparece una carga, calcula el campo eléctrico que sería necesario aplicar para que la otra permaneciera en la misma posición.

Aplicación numérica con m = 10 g , θ = 30º, L = 1 m.

SOL:a) $q = 2L\,\text{sen}\,\theta\sqrt{4\pi\varepsilon_0 mg\,\text{tg}\,\theta}$ =2,5μC; b) $E = \dfrac{1}{2L}\sqrt{\dfrac{mg}{4\pi\varepsilon_0\,\text{sen}\,\theta\cos\theta}}$ =1,13×10^4 N/C

13.2.- Dos cargas positivas, de magnitud q cada una, están en el eje Y, una en y = a, y la otra en y = -a.

a) Calcula el vector campo eléctrico y el potencial eléctrico en un punto cualquiera del eje X.

b) ¿Cuanto vale el campo para puntos alejados, x >>a?. Interpretar. ¿Y en puntos próximos al origen, x<<a?.

SOL.:a) $\vec{E} = \dfrac{2q}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{x}{(x^2 + a^2)^{3/2}} \vec{i}; V = \dfrac{2q}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{1}{(x^2 + a^2)^{1/2}};$

b) $\vec{E}_{x>>a} \approx \dfrac{2q}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{1}{x^2} \vec{i}; \vec{E}_{x<<a} \approx \dfrac{2q}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{x}{a^3} \vec{i}$

13.3.- Se tienen tres cargas puntuales, positivas, de idéntica magnitud q, situadas en el plano XY en los puntos de coordenadas (0,1), (0,-1) y (-1,0). Calcula el vector campo eléctrico y el potencial en puntos de coordenadas (x,0) con x>0.

SOL: $\vec{E} = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0} \left[\dfrac{2x}{(1 + x^2)^{3/2}} + \dfrac{1}{(1 + x)^2} \right] \vec{i}; V = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0} \left[\dfrac{2}{(1 + x^2)^{1/2}} + \dfrac{1}{1 + x} \right]$

13.4.- Calcula el campo eléctrico en los puntos del eje de un anillo (eje Z) cargado uniformemente con una carga Q.

SOL: $\vec{E}(0,0,z) = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{z}{(z^2 + a^2)^{3/2}} \vec{k}$

13.5.- Un disco de radio a está uniformemente cargado con una carga Q. Calcula el campo eléctrico en puntos del eje perpendicular que pasa por el centro del disco (eje Z).

SOL: $\vec{E}(0,0,z) = \dfrac{Q}{2\pi\varepsilon_0 a^2} \left(1 - \dfrac{z}{(z^2 + a^2)^{1/2}} \right) \vec{k}$

13.6.- Una barra de longitud L se encuentra en dirección perpendicular a un hilo indefinido cargado uniformemente con una densidad lineal de carga λ C/m. El extremo más próximo de la barra al hilo está a una distancia d. La barra posee una carga total Q distribuida uniformemente. Calcula:

a) El campo eléctrico creado por el hilo indefinido a una distancia y del mismo.

b) La fuerza que el hilo indefinido ejerce sobre la barra.

SOL: a) $E = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 y}$; b) $F = \dfrac{\lambda Q}{2\pi\varepsilon_0 L} \ln\left(\dfrac{d + L}{d} \right)$

13.7.- Una esfera de radio a está cargada con una carga total Q. Calcula el campo eléctrico y el potencial en todos los puntos del espacio en los siguientes casos:

a) La carga está uniformemente distribuida en el volumen de la esfera.

b) La carga está uniformemente distribuida en la superficie de la esfera.

c) La carga está distribuida en el volumen de la esfera con una densidad de carga ρ = A·r, siendo A una constante y r la distancia radial. ¿Qué vale la constante A?

SOL: a) $E_{r<a} = k\dfrac{Q}{a^3} r; E_{r>a} = k\dfrac{Q}{r^2}; V_{r<a} = k\dfrac{Q}{2a}\left(3 - \dfrac{r^2}{a^2} \right); V_{r>a} = k\dfrac{Q}{r}; k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

b) $E_{r<a} = 0\,; E_{r>a} = k\dfrac{Q}{r^2}\,; V_{r<a} = k\dfrac{Q}{a}\,; V_{r>a} = k\dfrac{Q}{r}$

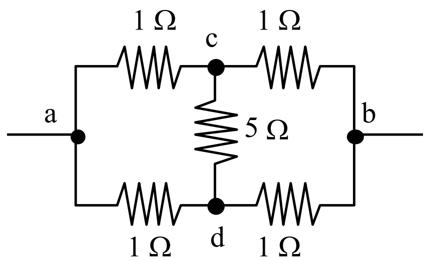
c) $A = \dfrac{Q}{\pi a^4}\,; E_{r<a} = k\dfrac{Q}{a^4}r^2; E_{r>a} = k\dfrac{Q}{r^2}; V_{r<a} = k\dfrac{4Q}{3a}\left(1-\dfrac{r^3}{4a^3}\right); V_{r>a} = k\dfrac{Q}{r}$

Tema 14. Corriente continua

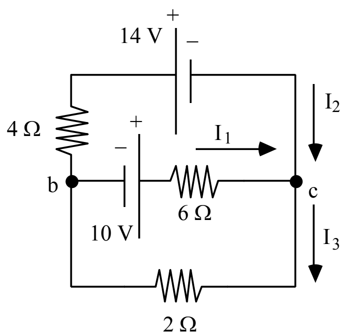
14.1.- Para cargar una batería de 24 V y resistencia interna 2 Ω se utiliza un generador de 30 V y 1 Ω de resistencia interna en serie con una resistencia de 3 Ω. Calcula: a) La potencia suministrada por el generador, b) las pérdidas de potencia por efecto Joule, y c) la energía almacenada durante 30 horas de carga.
SOL.: a) P_g = 29 W, b) ΔP = 6 W, c) E = 0,72 kWh

14.2.- Sea una pila cuya fuerza electromotriz es ε y su resistencia interna r. Si se conecta a una resistencia R, demostrar que la potencia consumida por la resistencia es máxima para R=r. ¿Cuánto vale esa potencia máxima?
SOL.: $P_{max}=\dfrac{\varepsilon^2}{4r}$

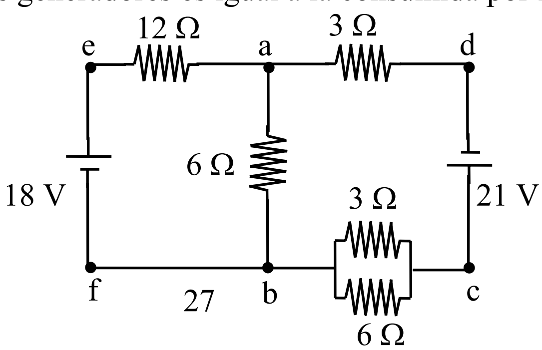
14.3.- Considerar las cinco resistencias conectadas como muestra la figura. Calcula la resistencia equivalente de la combinación entre los puntos a y b.
SOL.: R_{eq} = 1 Ω



14.4.- Calcula las corrientes I_1, I_2 e I_3 en el circuito de la figura, así como la diferencia de potencial entre b y c.
SOL.: I_1 = 2 A, I_2 = 3 A, I_3 = 1 A; V_b-V_c = 2 V

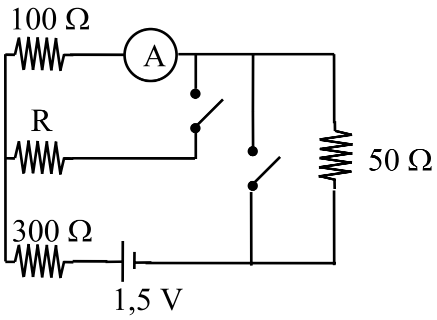


14.5.- En el circuito de la figura, calcula la corriente que pasa por cada una de las ramas, así como las diferencias de potencial V_a-V_b, V_b-V_d y V_d-V_e. Comprobar que la potencia suministrada por los generadores es igual a la consumida por las resistencias.



SOL: rama bfea: I=2A
rama ba: I=1A
rama adcb:I=3A
V_a-V_b=-6 V; V_b-V_d=15 V; V_d-V_e= -33 V

121.- En el circuito indicado en la figura la lectura del amperímetro es la misma cuando ambos interruptores están abiertos o ambos cerrados. Halla el valor de la resistencia R.



SOL.: 600 Ω

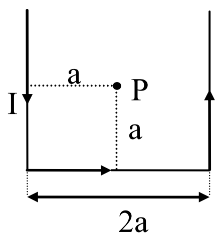
Tema 15. Campo magnético

15.1.- Calcula el campo magnético creado por un hilo de longitud finita recorrido por una corriente I, en un punto a una distancia r del hilo (medida perpendicularmente). ¿Cuál es el resultado si la longitud del hilo se hace infinita?.

SOL.: $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}(\text{sen}\,\theta_1 + \text{sen}\,\theta_2); B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

15.2.- Un conductor muy largo que transporta una corriente I se dobla en forma de U, tal y como indica la figura. Determina el campo magnético que crea en el punto P.

SOL: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}\left(1+\sqrt{a}\right)$



15.3.- Calcula el campo magnético B, en el centro de una espira rectangular cuyos lados miden 3 y 4 m por el que circula una corriente de 3 A en el sentido contrario a las agujas del reloj.
SOL: B =1μT

15.4.- Dos cables rectilíneos, paralelos y horizontales, uno sobre el otro, están separados por una distancia 2a. Si los dos transportan corrientes iguales en sentidos opuestos, ¿cuál es la magnitud del campo en el plano de los cables en un punto situado a) a la mitad de la distancia que las separa y b) a una distancia a por encima del hilo superior? Si los hilos transportan corrientes iguales en el mismo sentido, ¿cuál es la magnitud del campo en el plano de los cables en un punto situado c) a la mitad de la distancia que los separa, y d) a una distancia a por encima del hilo superior?

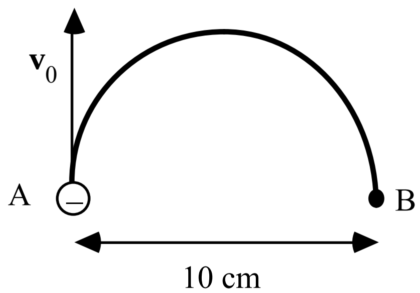
SOL.: a) $B = \frac{\mu_0 I}{\pi a}$, b) $B = \frac{1}{3}\frac{\mu_0 I}{\pi a}$, c) $B = 0$, d) $B = \frac{2}{3}\frac{\mu_0 I}{\pi a}$

15.5.- Un hilo rectilíneo muy largo está recorrido por una intensidad $I_1 = 30$ A. Una espira rectangular ABCD de dimensiones a y b, recorrida por una intensidad $I_2 = 10$ A, está situada de manera que los lados BC y DA (de longitud a), son paralelos al conductor rectilíneo y el lado más próximo está a una distancia c del mismo. Calcula la fuerza que aparece sobre la espira. Datos: a = 20 cm, b = 10 cm, c = 10 cm.
SOL: $F = 6{\cdot}10^{-5}$ N.

15.6.- Calcula el campo magnético creado por una espira circular de radio a, recorrida por una corriente de intensidad I en puntos del eje de la espira (eje Z).

SOL: $\vec{B} = \frac{\mu_0 I a^2}{2}\frac{1}{(z^2+a^2)^{3/2}}\vec{k}$

15.7.- Un electrón en el punto A de la figura tiene una velocidad v_0 de 10^7 m/s. Hállense: a) La magnitud y dirección del campo magnético que obligará al electrón a seguir la trayectoria semicircular de A a B. b) El tiempo necesario para que el electrón se mueva desde A hasta B. c) ¿Cuáles son los resultados de los apartados anteriores si la partícula es un protón en lugar de un electrón?
SOL.: a) B = 1,14 mT; b) t = 15,7 ns; c) B = 2,12 T ; t = 15,7 ns



15.8.- Un haz de electrones pasa, sin ser desviado de su trayectoria rectilínea, a través de un campo eléctrico y otro magnético, mutuamente perpendiculares. El campo eléctrico está producido por dos placas metálicas paralelas situadas a ambos lados de la trayectoria, separadas 1 cm y conectadas a una d.d.p. de 80 V. El campo magnético vale $B = 2.10^{-3}$ T. A la salida de las placas, el campo magnético sigue actuando perpendicularmente a la trayectoria del haz, y observamos que éste se curva convirtiéndose en una trayectoria circular de 1.14 cm de radio. a) Halla la razón de la carga a la masa de los electrones. b) Calcula el tiempo que cada electrón invierte en recorrer una circunferencia completa.
SOL: a) q/m= 1.754×10^{11} C/kg; b) T = 1.79×10^{-8} s; c) B = 1.1×10^{-6} T.

Bibliografía

La mayor parte de libros de texto modernos de Física General presentan amplias colecciones de ejemplos resueltos, ejercicios y problemas de diversas dificultades. Particularmente interesantes son los siguientes:

- P.A. Tipler, *Física*, Tomos 1 y 2. Reverté. 4ª edición, 1999.
- S.M. Lea, J.R. Burke, Física, la naturaleza de las cosas, Tomos 1 y 2. Paraninfo.1ª edición, 2001.

- R.A. Serway, *Physics for Scientists and Engineers*, Saunders.3ª edición, 1990.
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Fundamentals of Physics*, John Wiley & Sons, 4ª edición, 1993.
- R. Wolfson, J.M. Pasachoff, *Physics*, Addison-Wesley, 3ª edición, 1999.

Algunos libros específicos de cuestiones y problemas de Física son los siguientes:

- J. Aguilar, F. Senent, *Cuestiones de Física*, Reverté, 1980.
- E. Arribas, R. Bisquert, S. Mafé, *111 Cuestiones de Física*, Tébar Flores, 1989.
- C.W. van der Merwe, *Física General*, serie Shaum, McGraw-Hill, 1982.
- F. J. Bueche, *Física General*, serie Shaum, McGraw-Hill, 1982.
- F.A. González, *La Física en Problemas*, Tébar Flores, 1981.
- S. Burbano, E. Burbano, *Problemas de Física*, Librería General, 1981.
- E. Gullón, M. López, *Problemas de Física* (5 vols.), Del Ramo, 1978.
- J.L. Manglano, *Problemas de Física* (3 vols.), SPUPV, 1989.
- J.A. Boscà y otros, *369 problemas resueltos de Física*, SPUPV, 1994.