Física 1
(Biólogos y Geólogos)

Cátedra: Leszek Szybisz

1er cuatrimestre 2012
Martes y Viernes de 9 hs a 14 hs

Docentes
Teóricas: Leszek Szybisz (Profesor)
Prácticas: Matías Aiello (JTP),
Leonardo Vanni (Ay.1era)
Vanesa Douna y Andrés Goya (Ay.2da)

Departamento de Física Juan José Giambiagi
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

BIBLIOGRAFÍA

- Tipler y Mosca, *Física para la Ciencia y la Tecnología*, vol I y II, Ed. Reverté, Barcelona (2005).
- Sears, Fundamentos de Física.
- Serway y Jewett, Fisica I, 3er ed. México (2004).
- M. Alonso y E. J. Finn, *Física*, Pearson Educación.
- Halliday, Resnik y Walker, Fundamentos de Física, 3er ed. esp., México (2001).
- Bueche, Física General, Serie Schaum, problemas resueltos.
- Cromer, Física para las ciencias de la vida, Barcelona (1996)
- Kane y Sterheim, Física, ed. Reverté, Barcelona, 2da ed. (1998)

ÍNDICE

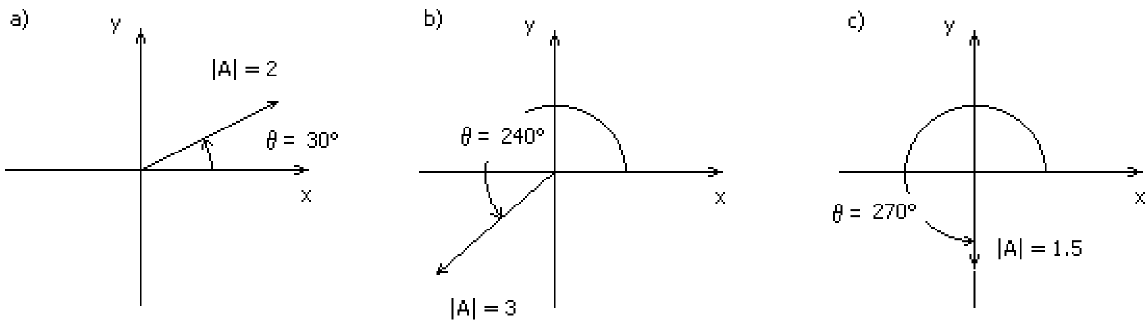
PÁGINA DE LA MATERIA

http://materias.df.uba.ar/F1ByG_2012_1C/

Guía 0. Matemática Vectorial

1) Determine el módulo y la dirección de los siguientes vectores. Represéntelos gráficamente.
   a) **A**= (-4; 3) b) **B** = (2; 0) c) **C** = -2 $\hat{x}$ – 3 $\hat{y}$ d) **D** = 0 $\hat{x}$ – 5 $\hat{y}$

2) Halle las componentes cartesianas de los siguientes vectores:



3) Dados los vectores **A** y **B** indicados, halle gráficamente su suma.

a) **A** = (-3; 2) **B** = (-2; 5)

b) **A** tal que |**A**| = 2 , θ = 240 ° **B** tal que |**B**|= 3 , θ = 135 °

c) **A** = (-2; 0) **B** = (0; 4)

4) Sean **A** y **B** los vectores dados en el ejercicio anterior. Halle analíticamente las componentes cartesianas y polares del vector **A** + **B**, y del **A** – **B**. ¿El módulo del vector suma, **C = A** + **B**, es igual a la suma de los módulos de **A** y de **B**?

5) Halle el vector que tiene origen en el punto **A** y extremo en el punto **B** en los siguientes casos:
   a) **A**=(2; -1) y **B**=(-5; -2).
b) **A** =(2; -5; 8) y **B**=(-4; -3; 2).

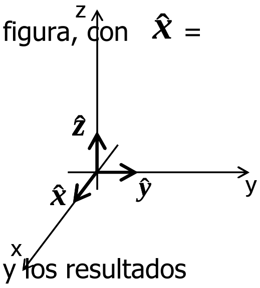
6) Dados los vectores:
   A = (3 $\hat{x}$ + 2 $\hat{y}$ + 3 $\hat{z}$) **B** = (4 $\hat{x}$ – 3 $\hat{y}$ + 2 $\hat{z}$) **C** = (-2 $\hat{y}$ – 5 $\hat{z}$)
   efectúe las siguientes operaciones:
a) (**A** – **B**)/|**C**| + **C**
b) 5**A** - 2**C**
c) –2 **A** + **B** – **C**/5

Se define el **producto escalar** de dos vectores como **A . B** **=** $|\boldsymbol{A}||\boldsymbol{B}|\cos\theta$**,** donde θ es el ángulo que forman los dos vectores.

---

7) Efectúe el producto escalar de los vectores **A** y **B**, tales que |**A**| = 3 ;|**B**| = 2 y el ángulo comprendido entre **A** y **B** es
a) θ = 60° b) θ = 0° c) θ = 90° d) θ = 120°

8) Sean $\hat{x}$, $\hat{y}$, $\hat{z}$, los versores usuales de la terna derecha mostrada en la figura, con $\hat{x}$ = (1;0;0) $\hat{y}$ = (0;1;0) $\hat{z}$ = (0;0;1)



Calcule $\hat{x}.\hat{x}$, $\hat{x}.\hat{y}$, $\hat{x}.\hat{z}$, $\hat{y}.\hat{x}$, $\hat{y}.\hat{y}$, $\hat{y}.\hat{z}$, $\hat{z}.\hat{x}$, $\hat{z}.\hat{y}$, $\hat{z}.\hat{z}$

9) Usando la propiedad distributiva del producto escalar respecto a la suma y los resultados del ejercicio anterior, demuestre que si

A = $A_x\,\hat{x} + A_y\,\hat{y} + A_z\,\hat{z}$ **B** = $B_x\,\hat{x} + B_y\,\hat{y} + B_z\,\hat{z}$

entonces

$$\boxed{\mathbf{A}\,.\mathbf{B} = A_x\,B_x + A_y\,B_y + A_z\,B_z}$$

10) Efectúe el producto escalar de los vectores **A** y **B** y diga si en algún caso **A** es perpendicular a **B.**

a) **A** = $3\,\hat{x} - 2\,\hat{j}$ **B** = $-\,\hat{x} + 3\,\hat{z}$

b) **A** = (2; 3; -1) **B** = (6; -5; 2)

Se define el **producto vectorial** como **A** $\times$ **B =C** tal que

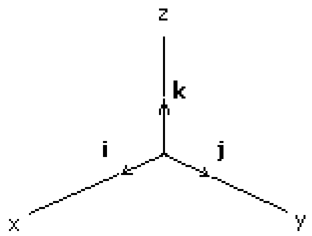
a) $|\boldsymbol{C}| = |\boldsymbol{A}|\,|\boldsymbol{B}|\,\mathrm{sen}\,\theta$**,** donde θ es el ángulo que forman los dos vectores

b) **C** tiene dirección perpendicular al plano determinado por **A** y **B**

c) El sentido es tal que **A**, **B** y **C** tengan la misma orientación en el espacio

---

11) Sean $\hat{i}$, $\hat{j}$, $\hat{k}$, los versores usuales de la terna derecha mostrada en la figura



Calcule $\hat{i}$ x $\hat{i}$, $\hat{i}$ x $\hat{j}$, $\hat{i}$ x $\hat{k}$, $\hat{j}$ x $\hat{i}$, $\hat{j}$ x $\hat{j}$, $\hat{j}$ x $\hat{k}$, $\hat{k}$ x $\hat{i}$, $\hat{k}$ x $\hat{j}$, $\hat{k}$ x $\hat{k}$.

12) Usando la propiedad distributiva del producto vectorial respecto de la suma y los resultados del ejercicio anterior, demuestre que si:

A = $A_x\,\hat{i} + A_y\,\hat{j} + A_z\,\hat{k}$ **B** = $B_x\,\hat{i} + B_y\,\hat{j} + B_z\,\hat{k}$

entonces **A** x **B** = (Ay Bz - Az By ; Az Bx - Ax Bz ; Ax By - Ay Bx)

13) Sean los vectores **A** = (3; 2; 1) **B** = (1; 0;-1) **C** = (0;-2; 4) calcule:

a) **B** x **C**
b) -4(**B** x **B**) - **A**
c) (**A** + **B**) x **C**
d) (**A** x **B**).**C**

Guía 1: Cinemática

1) Escriba la ecuación diferencial para la posición en función del tiempo en un movimiento a velocidad (v_0) constante. Integrando la ecuación anterior, encuentre una solución para x(t)

2) Escriba la ecuación diferencial que rige la velocidad en función del tiempo para un movimiento a aceleración (a_0) constante.

a) Integrando, encuentre una solución para v(t).
b) Dado v(t), escriba la ecuación diferencial para la función posición en función del tiempo y resuélvala.

3) La aceleración de una partícula que se mueve sobre una trayectoria recta está dada por

$$a(t) = -2\frac{m}{s^4}\cdot t^2$$

a) Encuentre la velocidad v(t) y la posición x(t) si $x_0 = x(0) = 0$ y $v_0 = v(0) = 10$ m/s.
b) ¿Cuál es su posición y velocidad en t = 3 seg?

4) Sabiendo que un cuerpo se mueve en línea recta con

$$v(t) = 3\frac{m}{s}\cdot e^{\left(-2\frac{t}{s}\right)} \qquad ; \qquad x_0 = x(0) = 0$$

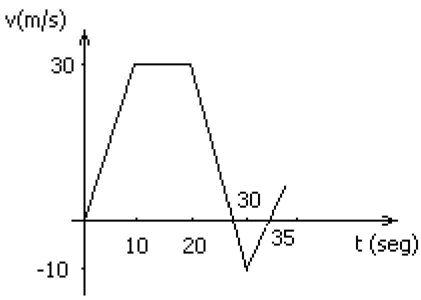
Encuentre y grafique la posición x(t). ¿Se detiene alguna vez el cuerpo? ¿Hasta donde llegará?

5) Un automovilista recorre una avenida recta. Cuando se lo comienza a observar tiene una velocidad de 36 km/h y una aceleración de 1 m/s² (constante, en la misma dirección que la velocidad pero sentido contrario).

a) ¿En que instante el auto tiene v = 0 ?, ¿Qué distancia recorrió?
b) ¿En que instante vuelve a pasar por el lugar donde lo observamos por primera vez?
c) Grafique x(t), v(t), a(t).
d) Tomando ahora la aceleración de 1 m/s² en el mismo sentido que la velocidad, rehaga las figuras pedidas en c) y compare con el caso anterior.

Resp. a) 10 s, 50 m b) 20 s

6) El gráfico de la figura representa la velocidad en función del tiempo para un cuerpo con movimiento rectilíneo.



a) Halle x(t), sabiendo que el móvil partió de x = 0.

b) Grafique x(t), a(t).

c) Halle x, v, a, a los 5 segundos y a los 25 segundos.

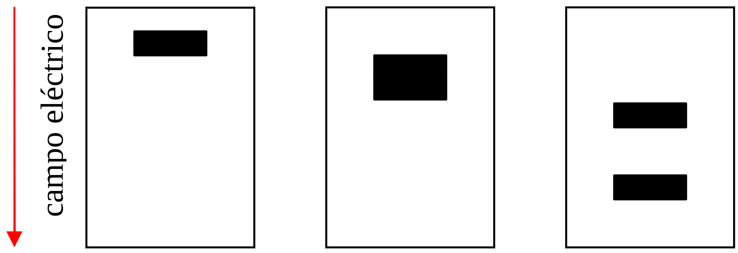
Resp. c) t=5s 37,5 m, 15 m/s y 3m/s^2; t=25s 550m, 10 m/s, -4m/s^2

7) Una de las técnicas existentes para estimar el peso molecular (PM) de proteínas o separar proteínas de distinto PM es la electroforesis en gel. La técnica consiste en colocar una solución con proteínas en un gel y someterla a la acción de un campo eléctrico. En estas condiciones, las proteínas migran a una velocidad constante. La velocidad de migración de cada proteína es constante y proporcional al logaritmo de su PM.

Un investigador tiene una solución con dos tipos de proteínas que desea separar haciendo una corrida de electroforesis en gel. El PM de las proteínas es 25 y 75 kg/mol. En las condiciones del experimento, se observa que las proteínas adquieren una velocidad

$$v = 2 \text{ mm/min} - 0{,}25 \text{ mm/min} * \log(PM),$$

con PM expresado en Kg / mol. En la figura Se muestra, de izquierda a derecha, la evolución temporal de la corrida electroforética. La mezcla original se separa en dos bandas conteniendo cada una única proteína.



a) Suponiendo que las bandas tienen un espesor constante de 1 mm, ¿cuál es el tiempo mínimo que debería dejarse correr las proteínas para poder distinguir las dos bandas? (considere que se pueden distinguir cuando hay al menos 1 mm de separación entre bandas).

Resp. $8^{min}20^{seg}$

b) Se tiene una proteína de PM desconocido y otra de PM=50 kg/mol, las cuales se separan al cabo de $13^{min}20^{seg}$. Evalúe el PM de la proteína desconocida, sabiendo que es menor que 50 kg/mol

Resp. PM=25

c) Si el gel tiene una longitud de 5 cm, ¿cuánto es lo mínimo que debería pesar una proteína de mayor PM para poder distinguir su banda de la correspondiente a la proteína de PM = 25?

Resp. PM=34

8) Se arroja una piedra hacia arriba con una velocidad inicial de 20 m/s (considerar $|g| = 10$ m/s^2). Halle:

a) La posición y la velocidad 1 segundo y 3 segundos después de haber sido arrojada.

b) La altura máxima alcanzada. Y el tiempo que tarda en alcanzarla. ¿Cuánto valen la velocidad y la aceleración en el punto mas alto?

c) La velocidad cuando vuelve a pasar por el punto de partida, y el tiempo que tarda en alcanzarlo. Comparar con b).

d) Grafique x(t), v(t), a(t).

Resp. a) 15m y 10m/s b) 20m, 2s, 0m/s, $10m/s^2$ c) 20m/s, 4s

9) Una piedra se hunde en el agua con una aceleración dada por $a = g - b.v$, donde g es la aceleración de la gravedad (10 m/s) y b es una constante positiva que depende de la forma y del tamaño de la piedra y de las propiedades físicas del agua. Nótese que en este caso la aceleración de la piedra depende de su velocidad.

a) ¿Cuáles son las unidades de la constante b ?
b) Suponiendo que la piedra parte del reposo, encuentre la función $v(t)$ que describe la velocidad de la piedra en función del tiempo.

c) Usando el resultado de b), exprese la aceleración y la posición de la piedra en función del tiempo

d) ¿Qué distancia recorre una piedra de b = 1 en 1 seg? ¿y una de b = 2? (las unidades de b son las que averiguó en la pregunta a)

10) Un coche viaja a lo largo de una curva sobre un plano. Sus coordenadas cartesianas en función del tiempo están dadas por las ecuaciones: $x(t) = 2t^3 - 3t^2$, $y(t) = t^2 - 2t + 1$. Halle:

a) La posición del coche en t = 1 segundo.

b) Los vectores **v** = **v**(t) y **a** = **a**(t).

c) Los instantes en que **v** = 0.

11) Un cuerpo cae desde un globo aerostático que desciende con una velocidad de 12 m/s.

a) Calcule la velocidad y la distancia recorrida por el cuerpo luego de 10 segundos.

b) Resuelva el mismo problema si el globo asciende a la misma velocidad.

Resp. a) 112 m/s, 620 m b) 88 m/s, 380 m

12) Se lanza un cuerpo hacia arriba con velocidad inicial de 15 m/s. Un segundo después se deja caer otro cuerpo desde una altura 15 m sin velocidad inicial.

a) Calcule el tiempo que tardan en encontrarse.

b) ¿A qué distancia del piso se encuentran?

Resp. a) 2s b) 10 m

13) Un automovilista parte de la ciudad A, a la ciudad B, con una velocidad de 80 Km/h. Una hora después, otro parte de B dirigiéndose hacia A a 70 km /h. La distancia entre ambas ciudades es de 500 Km.

a) ¿Cuánto tiempo pasa desde que sale el segundo auto hasta que los dos móviles estén separados 50 Km?

b) Cuando los coches de cruzan, el segundo móvil decide acelerar (con a = cte.) de modo tal de llegar a A en el mismo momento en que el otro llega a B. Halle dicha aceleración.

Resp. a) 2:30 hs

14) Se lanza un proyectil con velocidad inicial de 50 m/s, formando un ángulo de 60° horizontal. Obtenga:

a) La altura máxima y el tiempo que tarda en alcanzarla.

b) El tiempo que tarda en tocar el suelo y la velocidad con la que lo hace.

c) El tiempo que tarda en subir 1 m, y el vector velocidad en ese instante.

d) Grafique x(t), y(t), Vx(t), Vy(t).

Resp. a) 94,6 m y 4,35 s b) 8,7 s y 50 m/s c) 0,023 s

15) Una avioneta vuela horizontalmente a 1000m de altura y deja caer un paquete. Este golpea el suelo 500 m más adelante del lugar donde fue arrojado. Calcule la velocidad del avión y a qué altura está el paquete cuando avanzó 100 m en la dirección horizontal.

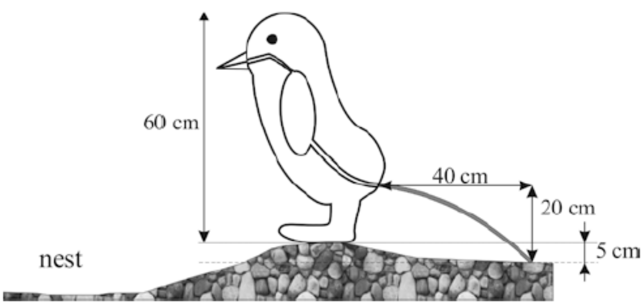
Resp. 128 km/h, 960 m

16) En un trabajo publicado en 2003 (Meyer-Rochow y Gal, "*Pressures produced when penguins pool-calculation on avian defaecation*" Polar Biology (2003). Cap. 27, pag. 56-58), se estudia la defecación del pingüino *Pygoscelis antarctica*, oriundo de la Antártida. En la figura 1 del trabajo, la cual se reproduce a continuación, se resumen algunos parámetros típicos obtenidos a partir de fotografías.

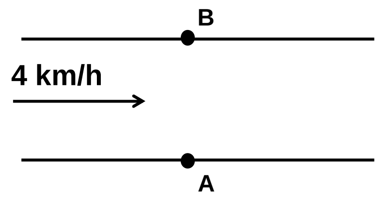
a) Calcule la velocidad de salida del excremento y el tiempo que tarda en tocar el suelo.

b) Calcule el tiempo que tarda el mismo en descender 10 cm y halle el vector velocidad en ese instante.

c) Grafique x(t), y(t), $V_x(t)$ y $V_y(t)$.



17) Un río de orillas rectas y paralelas tiene un ancho de 40 m. El agua del río baja a una velocidad de 4 km/h paralela a los márgenes. Un nadador quiere cruzar el río en línea recta desde el punto A hasta el B.



a) ¿En qué dirección tiene que nadar para llegar a B en 1 minuto? ¿a qué velocidad nada?

b) ¿Cuál es la mínima velocidad que puede tener el nadador para poder llegar a **B** (siempre en línea recta)?

Resp. a) v=4.66 km/h y 59º (medidos desde la dirección **AB** y rio arriba); b) 4 km/h

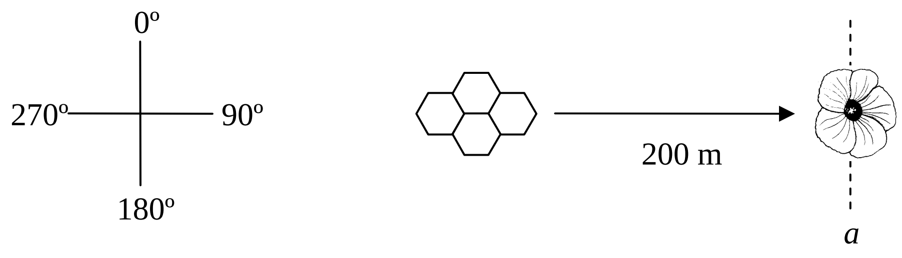
18) El mismo nadador del ejercicio anterior quiere volver de **B** hasta **A** un tiempo después pero observa que la corriente del río ya no es la misma. Decide nadar a 6 km/h en cierta dirección pero llega a la otra orilla a 20 metros de **A** (río abajo) después de nadar 1,5 minutos.

a) ¿Cuál es la velocidad del agua del río ahora? ¿En qué dirección nadó?

b) ¿Podría haber llegado justo al punto **A** eligiendo una mejor dirección de nado?

Resp. a) 6.58 km/h; 74.5º (medidos desde la dirección **BA** y rio arriba)

19) Cuando una abeja obrera detecta una fuente de alimento, regresa al hogar y comunica a otras abejas como hacer para encontrarla. Para esto realiza una "danza" que informa la distancia de la colmena a la fuente y la dirección respecto del sol en que ésta se encuentra. La decodificación de este sistema de comunicación le valió al zoólogo alemán Kart von Frisch el premio Nobel de fisiología de 1973. En un trabajo publicado en 2005 (Nature, vol 435, pag. 205), J.R. Riley y colaboradores adosan transmisores a las abejas y estudian el vuelo seguido por ellas luego de presenciar una danza.



Nota: La convención de ángulos usada por Riley. 90º corresponde al este. La fuente de alimento se encuentra a 90º y 200 metros de la colmena.

a) Una de las abejas seguidas navega con velocidad constante en línea recta con dirección 87º y tarda 28 s en cruzar la línea *a*. ¿Cuál es su vector velocidad? ¿A cuántos m/s viaja?

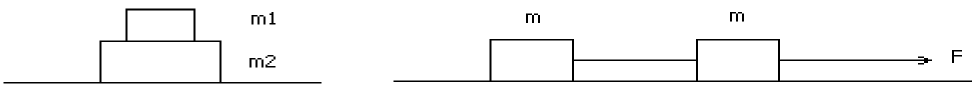
b) Riley describe además cómo las abejas son capaces de corregir su vuelo para compensar el arrastre del viento: Cuando sopla viento, es necesario distinguir entre la "velocidad respecto a tierra" ($\vec{v}_t$) y la "velocidad respecto al aire" ($\vec{v}_a$). Considere que $\vec{v}_t = \vec{v}_a + \vec{v}_V$, donde $\vec{v}_V$ es la velocidad del viento (Si $\vec{v}_V$ =0, entonces $\vec{v}_a$ y $\vec{v}_t$ coinciden). Si sopla viento de 3,3 m/s en dirección 38º, se observa que la trayectoria seguida por otra abeja es exactamente igual que en a)! Halle los vectores $\vec{v}_a$ y $\vec{v}_V$. ¿Hacia que ángulo apunta $\vec{v}_a$? ¿Cuál es el módulo de su velocidad respecto al aire?

Resp.: a) $\vec{v}_t = 7.14\, m/s\ \hat{\imath} + 0.37\, m/s\ \hat{\jmath}$, $|\vec{v}_t| = 7.15\, m/s$

b) $\vec{v}_t = 5.11 m/s\ \hat{\imath} - 2.2\, m/s\ \hat{\jmath}$, $\vec{v}_v = 2.03 m/s\ \hat{\imath} + 2.6\, m/s\ \hat{\jmath}$, $|\vec{v}_t| = 5.58\, m/s$,

Guía 2: Dinámica

1) En cada uno de los sistemas que se muestran a continuación, ubique las fuerzas que actúan sobre cada uno de los cuerpos, especificando cuales son pares de interacción.



2) Una persona está parada sobre una balanza que se encuentra en un ascensor. Estando éste en reposo la balanza indica un peso de 55 kgf.

a) ¿Qué indica la balanza si el ascensor baja con velocidad constante de v = 3 m/s

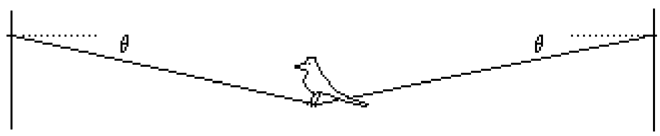
b) ¿Qué indica si el ascensor sube con una aceleración de 0.4 m/s^2

c) 55 kgf, b) 57,2 kgf

3) Se arrastra un carrito cuya masa es de 20 kg por una superficie horizontal, mediante una soga de la cual se tira formando un ángulo de 30° con la vertical. Si la aceleración que se logra así es de 0,5 m/s^2 ¿Cuál es el módulo de la fuerza ejercida mediante la soga? ¿Qué valor toma la normal del piso sobre el carrito?

a) 20N, b) 182,7 N

4) Un pájaro de masa m = 26 g esta posado en el punto medio de una cuerda tensa como muestra el dibujo.



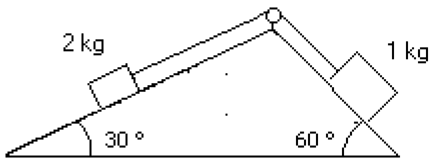
a) Demuestre que la tensión de la cuerda esta dada por $T = mg/2\text{sen}\,\theta$

b) Determine la tensión si $\theta = 5°$

Resp. b) 1,5 N

5) Se sabe que cuando un cuerpo desciende libremente por un plano inclinado sin rozamiento, su aceleración es $\boldsymbol{a} = \boldsymbol{g}\,\mathrm{sen}\,\theta$, independientemente de la masa del cuerpo. Verifíquelo aclarando cual de los ángulos del plano inclinado es el θ de esta expresión.

6) Analice el sentido de movimiento del sistema de la figura, y calcule la aceleraciones de cada cuerpo y la tensión sobre la soga que los vincula. Suponga que la soga es inextensible y de

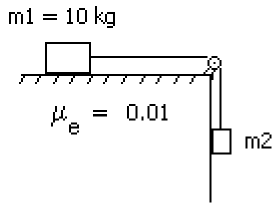


masa despreciable frente a la de los cuerpos. ¿En qué momento utiliza estas aproximaciones?

Resp. a=0,44 m/s^2, T=0,9 kgf

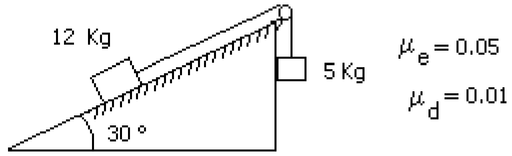
Problemas con rozamiento

7) Calcule el máximo valor de m2 para la cual el sistema indicado permanece en equilibrio.



Resp. 100 g

8) Dado el sistema indicado por la figura:



a) Diga si está en equilibrio.

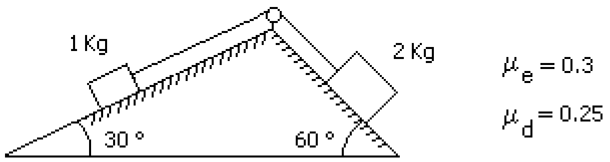
b) ¿Que aceleración tiene cuando se mueve?

Resp. b) 0,53 m/s^2

9) El coeficiente de rozamiento estático entre bloques y las superficies de la figura es 0.3. El coeficiente de rozamiento dinámico es 0.25. La polea es ideal.

a) ¿Estará el sistema en equilibrio?

b) Si se mueve, ¿en que dirección lo hará? Calcule la aceleración del sistema



Resp. b) 2,55 m/s^2

10) Un mozo lleva un vaso lleno en el centro de una bandeja de 40 cm de diámetro. ¿Cuál es la aceleración máxima con que puede mover la bandeja sin perder el vaso por el camino? Analice qué sucede si la aceleración de la bandeja es de 2m/s^2. ¿Podría calcular el tiempo que tarda el vaso en caerse?

Datos: masa del vaso lleno m_v=300 g, masa de la bandeja m_b=1kg, coeficientes de rozamiento entre el vaso y la bandeja: $\mu_e = 0.1, \quad \mu_d = 0{,}08$.

Resp. a_{max}=1m/s^2, t=0.55 seg.

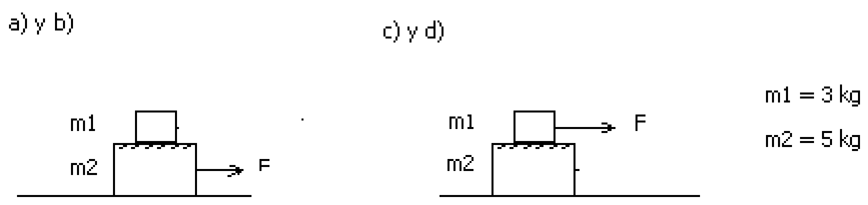
11) Un bloque de 3 kg esta apoyado sobre otro bloque de 5 Kg como indica la figura. Considere que no hay fuerza de rozamiento entre el bloque de 5 Kg y la superficie horizontal donde se apoya. Los coeficientes de rozamiento estático y dinámico entre los dos bloques son 0.2 y 0.1 respectivamente.

a) ¿Cual es la fuerza máxima que puede aplicarse al bloque de 5 Kg para arrastrar a los dos cuerpos sin que deslice un bloque sobre el otro?. Halle la aceleración del sistema cuando se aplica dicha fuerza.

b) Se aplica ahora al cuerpo de 5 Kg una fuerza igual al doble de la calculada en a). Halle la aceleración de cada bloque. ¿Hacia donde se cae el bloque de arriba?

c) Ídem a), pero ahora aplicando la fuerza F sobre el bloque de 3 kg.

d) Si se aplica sobre el bloque de 3 Kg una fuerza igual a la mitad de la calculada en c), calcule la fuerza de rozamiento entre bloques



Resp. a) F=16 N, a=2m/s^2; b) a_1=1m/s^2, a_2=5,8m/s^2; c) F=9,6 N, a=1,2 m/s^2; d) 3N

12) Una fuerza horizontal empuja a un ladrillo de 2,5 kg de masa contra una pared vertical. Los coeficientes de rozamiento estático y dinámico entre el ladrillo y la pared son 0,5 y 0,4 respectivamente. Calcule el valor mínimo de la fuerza para sostener el ladrillo quieto.

Resp. 5 kgf

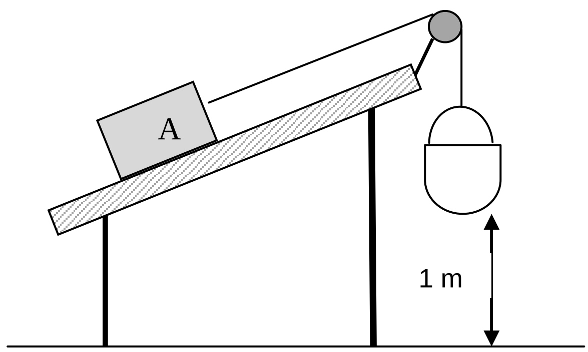
13) Un bombero, cuya masa es de 85 kg, se deja caer con velocidad constante por un caño vertical. ¿Qué fuerza está realizando sobre el caño si el coeficiente de rozamiento dinámico es 0,6? ¿Que sucede si haciendo esa misma fuerza atraviesa una zona del caño enjabonado ($\mu_d = 0{,}06$)?

Resp. F=1416 N. En el segundo caso baja con a=9m/s^2!

14) Se diseña el dispositivo de la figura. El plano está inclinado 37°. Sobre él se encuentra el bloque A, de 2kg, en reposo, y esta unido a un balde B, de masa 200g, mediante una cuerda ideal. Se va echando arena en el balde hasta que en cierto instante se rompe el equilibrio y el sistema se acelera. Esto sucede cuando en el balde se han agregado 1.1kg de arena. Despreciando el rozamiento en la polea:

a) Determine el coeficiente de rozamiento estático.

b) Sabiendo que el balde tarda 4s en llegar al piso, determine el coeficiente de rozamiento dinámico.

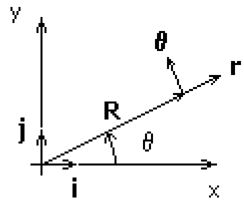


Guía 3: Movimiento Circular

Coordenadas polares

14) El radio vector **R** tiene las componentes cartesianas **R** = x$\hat{\boldsymbol{i}}$ + y$\hat{\boldsymbol{j}}$. En función de los versores $\hat{\theta}$ y $\hat{\boldsymbol{r}}$, **R** toma la forma: **R** = R $\hat{\boldsymbol{r}}$.

Demuestre que:



a) $\hat{\boldsymbol{r}} = \cos\theta\ \hat{\boldsymbol{i}} + \text{sen}\ \theta\ \hat{\boldsymbol{j}}$ $\qquad \hat{\theta} = -\text{sen}\ \theta\ \hat{\boldsymbol{i}} + \cos\theta\ \hat{\boldsymbol{j}}$

b) $d\hat{\boldsymbol{r}}/d\theta = \hat{\theta}$ $\qquad d\hat{\theta}/d\theta = -\hat{\boldsymbol{r}}$

c) A partir de **R** = R $\hat{\boldsymbol{r}}$, pruebe que **v** = d**R**/dt = $\dot{R}\ \hat{\boldsymbol{r}} + R\dot{\theta}\ \hat{\theta}$

d) Pruebe que **a** = d**v**/dt = $(\ddot{R} - R\dot{\theta}^2)\ \hat{\boldsymbol{r}} + (R\ddot{\theta} + 2\dot{R}\dot{\theta})\hat{\theta}$

Ayuda: utilice las relaciones

$d\hat{\boldsymbol{r}}/dt = (d\hat{\boldsymbol{r}}/d\theta)\ (d\theta/dt) = \dot{\theta}\ \hat{\theta}$ $\qquad d\hat{\theta}/dt = (d\hat{\theta}/d\theta)\ (d\theta/dt) = -\dot{\theta}\ \hat{\boldsymbol{r}}$

Cinemática del Movimiento Circular

En el caso de un movimiento cuya trayectoria es una circunferencia R=cte. ($\dot{R} = \ddot{R} = 0$) y por lo tanto la posición, velocidad y aceleración en coordenadas polares vienen dada por

$$\mathbf{r} = R\hat{\boldsymbol{r}},\ \mathbf{v} = R\ \dot{\theta}\hat{\theta},\ \mathbf{a} = -R\dot{\theta}^2\hat{\boldsymbol{r}} + R\ddot{\theta}\hat{\theta}$$

15) Un cuerpo realiza un movimiento circular de radio 50 cm sobre un plano horizontal. La velocidad angular del movimiento es $\omega = \dot{\theta} = 2$ 1/s y el sentido es antihorario.

a) ¿Cuánto vale el período del movimiento?

b) Calcule y represente gráficamente **r**, **v** y **a**

c) Halle la posición en la cual se encuentra el objeto al cabo de 10 s.

16) El movimiento de un péndulo que realiza pequeñas oscilaciones alrededor de su posición de equilibrio describe una trayectoria circular cuya ecuación horaria es $\theta(t) = \theta_0 \cos(\sqrt{g/L}\ t)$.

a) Halle la velocidad angular $\omega(t) = \dot{\theta}$ y la aceleración angular $\alpha(t) = \dot{\omega}$

b) Halle **v**(t) y **a**(t)=a_r(t) $\hat{\boldsymbol{r}}$ + a_θ(t) $\hat{\theta}$

c) ¿Cuánto tarda el péndulo en completar una oscilación?

Dinámica del movimiento circular

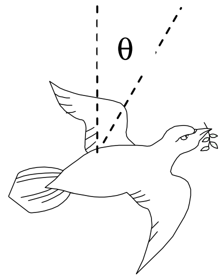
1. Las velocidades de las centrifugadoras están limitadas en parte por la solidez de los materiales usados en su construcción. Una centrifugadora hace girar a 600000 rpm una muestra de 10 g en un radio de 50 cm. ¿Qué fuerza ejerce la centrifugadora sobre la muestra? ¿Cuál sería la masa de la muestra en reposo con un peso igual a esta fuerza? Resp. 2 10^7N, 2000 t

2. Un coche recorre una curva plana de 0,25 km de radio. El coeficiente de rozamiento estático entre los neumáticos y la carretera es 0,4. ¿A qué velocidad en km/h empieza el coche a derrapar?

Resp. 114 km/h

3. Un pájaro de masa 300 g describe en su vuelo una curva de 20 m de radio a una velocidad de 15 m/s.
   a) ¿Cuál es el ángulo de inclinación?
   b) ¿Cuál es la fuerza de sustentación ejercida por el aire sobre el pájaro?

   Resp. a) 48° b) 4,5 N

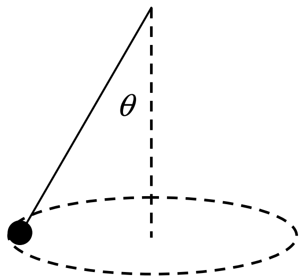


4. Un avión que vuela a una velocidad de 400 m/s puede experimentar, dentro de los límites de seguridad, una aceleración de 8 veces la de la gravedad cuando toma una curva. ¿Cuánto tarda el avión en girar 180° en ese caso? ¿Con qué ángulo se inclina para dar ese giro?

Resp. 15,7 seg y 83°

5. Un cuerpo de masa m está suspendido de un hilo 2m de longitud y se mueve describiendo una circunferencia horizontal como muestra la figura (péndulo cónico) con velocidad angular ω=3.16 1/s. Calcule el ángulo θ para que dicho movimiento se mantenga.

Resp. 60°



6. Considere una partícula de masa 800 g sujeta a una varilla rígida de 50 cm de longitud que le comunica un movimiento circular uniforme en un plano vertical
   a) ¿Es cierto que la fuerza que la varilla ejerce sobre la partícula tiene dirección radial únicamente?
   b) Calcule la fuerza de vínculo en el punto mas alto de la trayectoria circular si la velocidad angular es ω=6 1/s. Repita para ω=3 1/s y analice el cambio de sentido de la fuerza.
   c) Halle la fuerza de vínculo entre la varilla y la partícula en función del ángulo que forma con la vertical.

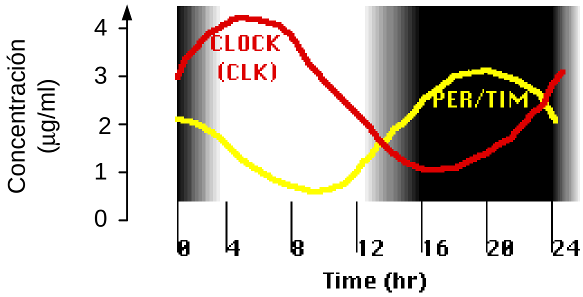
Resp. a) No; b) **F**=-6,4 N $\hat{r}$ y **F**= 4,4 N $\hat{r}$; c) **F**= -(mω^2 L+mg $\cos\theta$) $\hat{r}$ +mg $sen\theta\,\hat{\theta}$

Guía 4: Movimiento Oscilatorio

Cinemática del movimiento oscilatorio

17) El desplazamiento de un objeto está determinado por la ecuación y(t) = 3cm sen(20π/s t). Grafique *y* en función del tiempo y señale la amplitud y el periodo de las oscilaciones.

18) En biología se encuentran una gran variedad de fenómenos oscilatorios (ritmos circadianos, actividad cardiaca, crecimiento estacional, actividad neuronal rítmica), en los cuales la variable que sigue un comportamiento oscilatorio no es la posición de un objeto sino de algún otro tipo (concentración de proteínas, flujo, tamaño, voltaje). Asimismo, difícilmente las variables sigan funciones sinusoidales puras.



El gráfico muestra la fluctuación en las concentraciones de las proteínas PER/TIM y CLOCK en el transcurso de un día en células de la mosca *Drosophila melanogaster*. Estas proteínas controlan el ritmo circadiano de la mosca. Hay una tercera oscilación en la figura: la luminosidad (en tonos de gris). ¿Cuál es el período de cada oscilación? ¿Cuál es la amplitud de las oscilaciones de concentración? ¿Cuál es la diferencia de fase entre las dos curvas?

19) La coordenada de un objeto viene dada por (0.057m) cos(3.9/s t).

a) ¿Cuánto valen la amplitud *A*, la frecuencia angular ω, la frecuencia *f*, el período *T* y la fase ϕ?

b) Escriba las expresiones para la velocidad *v* y la aceleración *a* del cuerpo.

c) Determine *y*, *v* y *a* en t=0.25 segundos.

20) Un objeto que tiene un movimiento armónico simple tiene su máximo desplazamiento 0,2 m en t = 0. Su frecuencia es de 8 Hz.

a) Hallar los instantes en que las elongaciones son por primera vez 0,1 m; 0 m; -0,1m; -0,2m

b) Halle las velocidades en dichos instantes.

Resp. a) 0,02s; 0,031s; 0,042s; 0,062s b) –8,67m/s; -10m/s; -8,67m/s; 0m/s

21) Un objeto describe un movimiento armónico simple con una amplitud A = 63 mm y una frecuencia ω = 4.1 1/s. Considere t=0 cuando el objeto pasa por el punto medio del recorrido.

a) Escriba las expresiones para x, v, a.

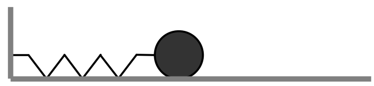
b) Determine x, v y a para t=1.7 segundos.

22) Un objeto oscila con frecuencia 10 Hz y tiene una velocidad máxima de 3 m/s. ¿Cuál es la amplitud del movimiento?
Resp. 4.8 cm

23) ¿Para qué desplazamiento de un objeto en un movimiento armónico simple es máximo el módulo de la velocidad? ¿Y el de la aceleración?

Dinámica del movimiento oscilatorio

24) Un cuerpo está apoyado sobre una mesa, unido a un resorte de constante k=500 N/m y largo natural 10 cm (el otro extremo del resorte está fijo a la pared). Si el cuerpo se desplaza una distancia 2cm de su posición de equilibrio, comprimiendo al resorte, y se lo suelta, oscila con un período de 0,63 s.



a) Haga el diagráma de cuerpo libre y halle la ecuación del movimiento a partir de la 2ª Ley de Newton.

b) Determine el valor de la masa en función de los datos.

c) Escriba las ecuaciones de la posición, la velocidad y la aceleración en función del tiempo

Resp. b) 5 kg c) x=-2cm cos(10t/s)+10cm; v=20cm/s sen(10t/s); a=200cm/s^2 cos(10t/s)

25) La frecuencia con la que oscila un cuerpo unido al extremo de un resorte es 5 Hz ¿Cuál es la aceleración del cuerpo cuando el desplazamiento es 15 cm?
Resp: 148 m/s^2

26) Para estirar 5 cm un resorte horizontal es necesario aplicarle una fuerza de 40 N. Uno de los extremos de este resorte está fijo a una pared mientras que en el otro hay un cuerpo de 2 kg. La masa del resorte es despreciable. Si se estira el resorte 10 cm a partir de su posición de equilibrio y se lo suelta:

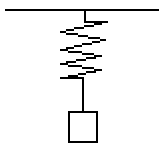
a) ¿Cuál es la amplitud y la frecuencia del movimiento? ¿Cuánto tiempo tarda en hacer una oscilación completa?

b) Obtenga la expresión de posición en función del tiempo y grafíquela señalando la posición de equilibrio.

c) Calcule la posición, la velocidad y la aceleración al cabo de 0,2 seg. Describa cualitativamente en que etapa del movimiento oscilatorio está.

Resp: a) A=10 cm; f=20 1/seg; T=0.314 seg b) con x_{eq}=0; x(t)=10 cm cos(20 t/seg) c) en t=0.2 s ; x=9.98 cm ; v=-13.95 cm/s ; a=39.90 m/s^2

27) Un cuerpo de masa 800 g está suspendido de un resorte de longitud natural 15 cm y constante elástica K=320 N/m, que se encuentra colgado del techo.



a) Halle la posición de equilibrio.

b) Si se desplaza al cuerpo 1,5 cm hacia abajo a partir de la posición de equilibrio y se lo suelta, halle su posición en función del tiempo.

Resp: a) 17,5 cm del techo

28) Usando los órganos sensoriales del sus patas, las arañas detectan las vibraciones de sus telas cuando una presa queda atrapada.

a) Si al quedar atrapado un insecto de 1 gr la tela vibra a 15 Hz, ¿cuál es la constante elástica de la tela?

b) ¿Cuál seria la frecuencia cuando queda capturado un insecto de 4 gr?

Resp: a) 8,9 N/m b) 7,5 Hz

29) Demuestre que el período de oscilación de un péndulo es $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ (en pequeñas oscilaciones), donde L es el largo del péndulo, y es independiente de la masa.

30) La aceleración de la gravedad varía ligeramente sobre la superficie de la tierra. Si un péndulo tiene un período de T = 3,00 segundos en un lugar en donde g = 9,803 m/s² y un período de T = 3.0024 segundos en otro lugar. ¿Cuál es el valor de g este último lugar?

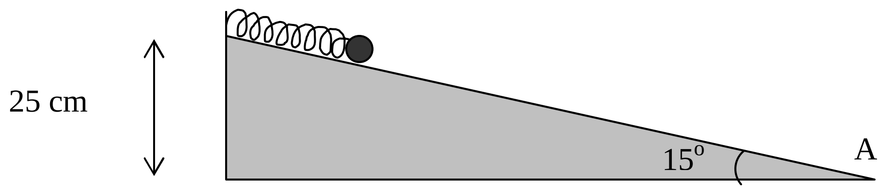
Resp: 9,787 m/s^2

31) Escriba la ecuación diferencial para pequeñas oscilaciones de un péndulo. Demuestre que su período de oscilación es $T = 2\pi\sqrt{L/g}$, donde L es el largo del péndulo, y es independiente de

la masa.

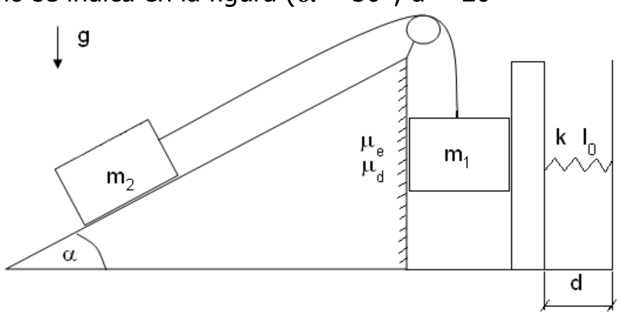
32) Se tiene un resorte (constante elástica k=1000 N/m y longitud natural l_0 =15 cm) apoyado sobre el plano inclinado de la figura.

a) Calcule el largo que toma el resorte si sostiene un cuerpo de masa m=10 kg en equilibrio.
b) En el caso de soltarse el cuerpo desde el largo natural del resorte, éste realizará un movimiento oscilatorio armónico. Calcule el máximo acercamiento al punto A.
c) A partir de las ecuaciones de dinámica del mov. oscilatorio justifique que la frecuencia de oscilación es $f = \sqrt{k/m}\big/2\pi$ y calcule la velocidad máxima que alcanza el cuerpo.



<u>Resp:</u> a) 17,6 b) 76,4cm c) w=10 1/s y $v_{máx}$=2,6 cm/s

33) Se tiene un plano inclinado y dos cuerpos de masas m_1 = 1 kg y m_2 = 4 kg. Hay rozamiento solamente entre el cuerpo 1 y la superficie vertical (μ_e = 0.5, μ_d = 0.3). A su vez el cuerpo 1 es presionado contra la superficie por un resorte de longitud natural l_0 = 30 cm que se encuentra comprimido como se indica en la figura (α = 30º, d = 20 cm).



a) Dibuje los diagramas de cuerpo libre para cada uno de los cuerpos y escriba las ecuaciones de Newton en sus distintas componentes.

b) Calcule el valor mínimo de la constante del resorte k para que el sistema esté en equilibrio.

c) Suponga ahora que la constante k=100 N/m. Calcule la aceleración de los cuerpos y el valor de la tensión en la soga.

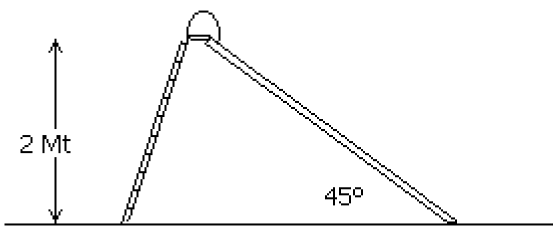
Guía 5. Leyes de Conservación: Energía

1) Un bloque de 44.5 Kg resbala desde el punto más alto de un plano inclinado de 1,5 m de largo y 0,9 m de altura. Un hombre lo sostiene con un hilo paralelamente al plano, de modo que el bloque se desliza con velocidad constante. El coeficiente de rozamiento dinámico entre el bloque y el plano es 0,1. Encuentre:

a) La fuerza ejercida por el hombre.
b) El trabajo realizado por el hombre sobre el bloque.
c) El trabajo realizado por la fuerza gravitatoria.
d) El trabajo realizado por la superficie del plano inclinado
e) El trabajo de la fuerza resultante.
f) La variación de energía cinética del bloque.

Resp. a) 231N b) –346,5 J c) 400,5 J d)-53,4 J e) 0 f) 0

2) Un niño de 20 kg se desliza desde un tobogán de 2 metros de altura inclinado 45°.

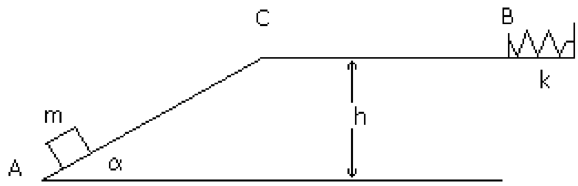


a) Partiendo del reposo el niño se frena con sus manos hasta detenerse justo al llegar al piso. ¿Cuál es el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento?

b) Si baja por el tobogán sin apoyar las manos, llega al piso con una velocidad de 6 m/s, halle el coeficiente de rozamiento dinámico.

Resp. a) –400 J b) μ_d=0,1

3) Un cuerpo de masa m = 1 Kg parte de la posición A con una velocidad inicial de 20 m/s. Sube por el plano inclinado hasta llegar al extremo superior que se encuentra a una altura de 5 m, desde donde sigue una trayectoria horizontal.
En el punto B choca con un resorte de constante k=2000 N/m. Entre A y B existe rozamiento, siendo el valor del coeficiente μ= 0.2.



a) ¿Con qué velocidad pasa por primera vez por el punto B? ¿Vuelve a pasar?

b) ¿Cuál es la variación de energía cinética entre A y la posición de compresión máxima?

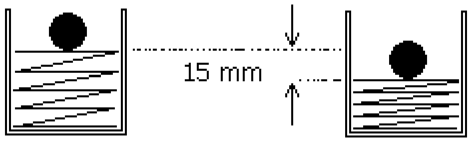
c) ¿Cuál es la variación de energía total entre A y la posición de compresión máxima?

d) Halle la compresión máxima del resorte.

Datos: $\alpha=30^{o}$; distancia CB=15 m.

Resp. a) 14,3 m/s b)-200 J c) –47,32 J d) 32 cm

4) Un resorte de constante elástica k = 1600 N/m se comprime 15 mm. Luego se coloca sobre él una bolita de 75 g y se lo libera.



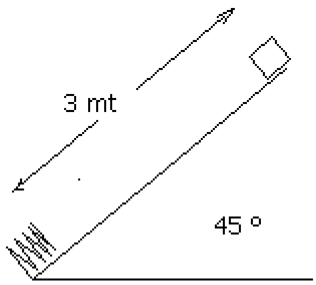
a) Si se supone que no hay rozamiento ¿A qué altura llegará la bolita?

b) Si en cambio el sistema tiene rozamiento y la bolita llega a 2/3 partes de la altura máxima alcanzada en el anterior punto, halle el trabajo de la fuerza de rozamiento.

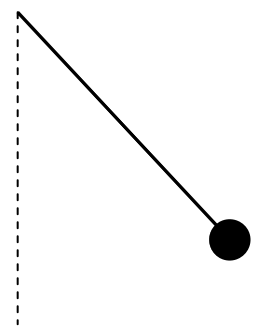
Resp. a) 24 cm por encima de la posición inicial b) –0,06 J

5) Un cuerpo de masa m = 0.5 Kg parte del reposo y se desliza 3 metros sobre un plano inclinado que forma un ángulo de 45 ° con la horizontal, hasta que choca con un resorte de constante K = 400 N/m cuyo otro extremo está fijo al extremo inferior del plano inclinado. Calcule la máxima deformación del resorte, si el coeficiente de rozamiento dinámico entre el cuerpo y el plano es 0,1.

Resp. 22,6 cm



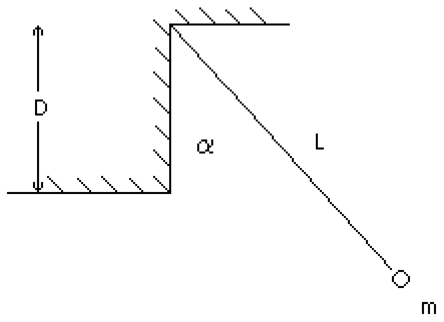
6) El péndulo de la figura está formado por un cuerpo de 0.5 kg unido a un hilo de 30 cm de longitud y masa despreciable.



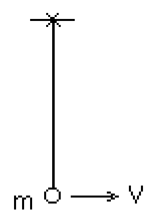
a) Calcule la velocidad que tiene el cuerpo en el punto más bajo cuando se lo suelta separándolo un ángulo de 30° respecto de la normal. Depende de la mas del cuerpo?

b) Calcule la máxima altura que alcanza el cuerpo del otro lado. ¿Cómo sigue el movimiento?

7) Un péndulo de longitud L con un cuerpo de masa m en su extremo es dejado en libertad sin velocidad inicial, formando un ángulo inicial α con la vertical. Muestre que el ángulo máximo que alcanza del otro lado del desnivel en la pared verifica la relación cos α_{max}=(Lcos α_i – D)/(L-D)



8) Un cuerpo de m = 1 Kg cuelga de un hilo de 1 metro de longitud. Tiene libertad para realizar una vuelta completa en el plano vertical



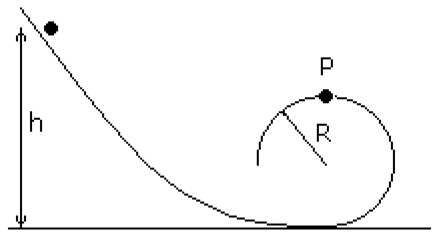
a) ¿Cuál es la mínima velocidad V para que sea posible dar la vuelta completa con el hilo siempre tensionado? ¿Puede realizar un movimiento circular uniforme?

b) Halle el trabajo realizado por cada una de las fuerzas actuantes al moverse desde la posición inicial hasta la de altura máxima.

c) Si en lugar de un hilo se tiene una varilla rígida de masa despreciable que le imprime un movimiento de rotación con w = 10/ s. Halle el trabajo que realiza la fuerza de vínculo desde la posición inicial hasta la de altura máxima y de esta a la inicial para dar una vuelta completa.

Resp. a) 7,1 m/s b) L_P=-20 J; L_T=0 c) 20 J en el ascenso y –20 J en la mitad descendente

9) Un cuerpo se deja deslizar desde una cierta altura h por el sistema indicado en el dibujo. ¿Desde qué altura deberá soltarse para que de una vuelta completa sin despegarse del riel en el punto P?

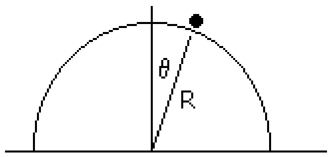


Resp. h=2,5 R

10) Un pequeño bloque de masa m = 2 g esta inicialmente en reposo sobre una semiesfera de radio R = 20 cm. Se aparta al bloque de su posición de equilibrio (en un ángulo muy pequeño) de tal forma que comienza a deslizar sobre la semiesfera. Suponiendo que no hay rozamiento, encontrar:

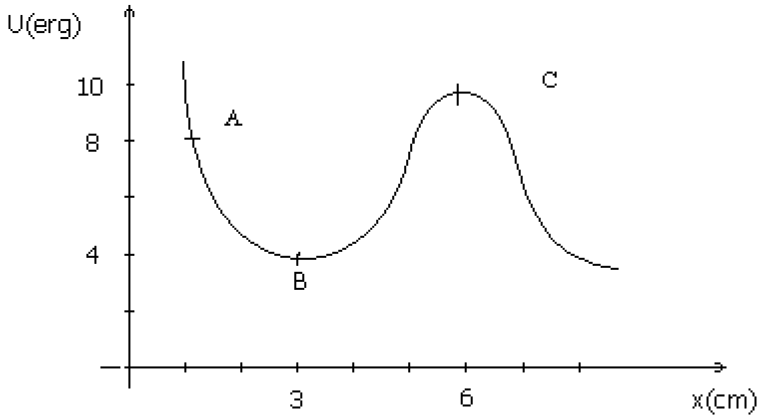
a) La fuerza de contacto en función de la posición.

b) El ángulo (medido desde la vertical) en que el bloque abandona la superficie de la semiesfera.



Resp. a) $N(\theta)= m\,g\,(3\cos\theta -2)$ b) θ=48°

11) Una partícula de masa m = 4 g penetra en una región en la cual su energía potencial es la indicada en la figura. Proviene de la derecha y, para valores grandes de x en los cuales es nula su energía potencial, tiene una energía cinética de 16 erg.



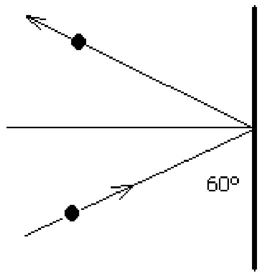
a) ¿Cuál es su energía cinética en los puntos A, B, C?

b) Estando en el punto A, la partícula pierde bruscamente la mitad de su energía total (la gráfica de la energía potencial no se ve afectada). En estas condiciones describa cualitativamente el movimiento subsiguiente, dando el dominio de valores de x en los cuales puede moverse la partícula.

Resp. a) 8 erg, 12 erg y 6 erg b) oscila alrededor de x=3 cm sin llegar a x= 6 cm.

Guía 6. Leyes de Conservación: Cantidad de movimiento

1) Una pelota de 1.35 Kg rebota contra una pared a 12 m/s y al hacerlo conserva el módulo de la velocidad. Halle la variación de la cantidad de movimiento. ¿Varía la energía?



Resp. 28 kgm/s

Centro de masa

2) Calcule la posición del centro de masa del sistema Tierra-Luna. La masa de la Tierra es unas 82 veces la de la Luna y la distancia entre los centros de la Tierra y la Luna es de unos 60 radios terrestres. Exprese la respuesta en función del radio terrestre.

Resp. r_{cm}=0,72 R_T

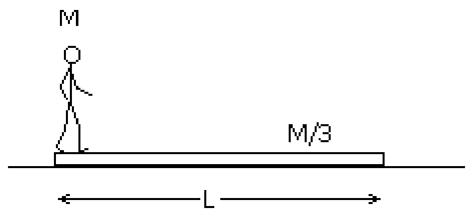
3) La bolsa de un calamar contiene 100 g de tinta. Para ahuyentar a sus posibles depredadores y poder huir de ellos, expulsa de golpe esa tinta que sale a una velocidad de 5 m/s. Si la masa del calamar sin tinta es de 400 g. ¿Qué velocidad adquiere al expulsar la tinta?

Resp. 1,25 m/s

4) Pablo y Romina se lanzan al agua simultáneamente desde una balsa. Los módulos de sus velocidades son iguales y sus masas son 75 Kg y 52 Kg respectivamente. Pablo se lanza al este y Romina al sur. ¿En qué dirección se moverá la balsa?

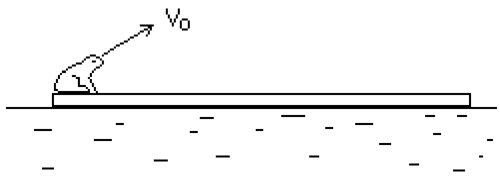
Resp. Se mueve en dirección NO, formando un ángulo de 34,7° con el O

5) Según puede verse en la figura, un hombre de masa M esta de pie sobre un tablón de longitud L que se halla en reposo apoyado sobre una superficie sin rozamiento. El hombre camina hasta el otro extremo del tablón. ¿Qué distancia habrá recorrido el hombre respecto de la superficie fija si la masa del tablón es M/3?



Resp. L/4

6) Una rana de 150 g de masa esta en el extremo de una tabla de madera de 0.5 Kg de masa y de 2 m de longitud. La tabla esta flotando en la superficie de un lago. La rana salta con velocidad V_0 formando un ángulo de 30° con la horizontal.



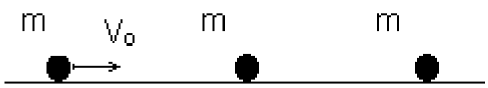
Calcule el valor de V_0 para que la rana al saltar llegue al otro extremo de la tabla. Suponga que no existe rozamiento entre la madera y el agua.
Resp: 4.2 m/s

Choques

7) Se dispara una bala de masa 5 g contra un bloque de madera con ruedas, sin rozamiento. La masa del conjunto constituido por el bloque y la bala es de 2 kg. Inicialmente el bloque se halla en reposo, pero después de alojarse la bala en el bloque, el sistema bala-bloque adquiere una velocidad de 1 m/s. Calcule la velocidad de impacto de la bala.

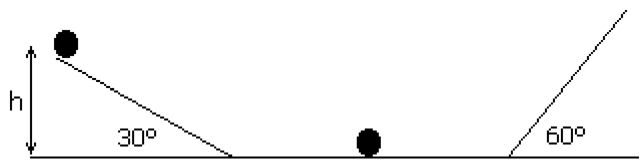
Resp. 400 m/s

8) Las tres partículas de la figura tienen igual masa. La primera choca plásticamente con la segunda y ambas va a chocar elásticamente con la tercera. Calcule las velocidades finales.



Resp. $V_0/6$ y $2V_0/3$

9) Una bolita se suelta desde una altura de 80 cm sobre un plano inclinado. Al recorrer el tramo horizontal choca en forma elástica con otra bolita de igual masa.



a) ¿Hasta qué altura sube la segunda bolita? Demuéstrelo.

b) ¿A qué altura llegará la primer bolita luego de chocar por segunda vez? Describa cualitativamente el movimiento para todo tiempo.

Resp. 80 cm

11) En un juego se utiliza un resorte de constante k= 500 N/m y longitud natural 15 cm, para disparar una pelotita de 0.5 kg.

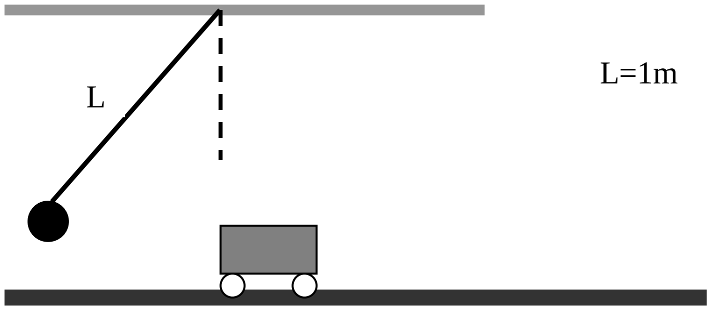
a) A qué distancia de la pared hay que poner la pelotita para que luego de soltarla llegue a la zona con rozamiento con una energía cinética de 2.5 J?
Resp. 5 cm

b) Atraviesa el tramo de 2m con rozamiento (μ_d=0.1) y luego choca plásticamente con un bloque de 1.5 kg. Calcule la velocidad final del conjunto.
Resp. v=0.61 m/s

12) Se pone en movimiento un carrito golpeándolo con un péndulo como se ve en la figura. Para esto se eleva la esferita del péndulo (m_{esfera}= 0,25 kg) hasta formar un ángulo de 30^o con la vertical y se la suelta. Esta choca con el carrito ($m_{carrito}$= 2 kg) que avanza hacia la derecha pero se detiene luego de recorrer 50 cm debido al rozamiento con el piso (μ_d = 0.01).

a) Calcule la energía cinética del péndulo cuando golpea al carrito

b) ¿Cuál es la pérdida de energía mecánica del carrito en el tramo con rozamiento?



c) Vuelva a calcular la energía cinética del péndulo pero ahora justo después del choque. ¿Se conservó la energía en el choque? Justifique.

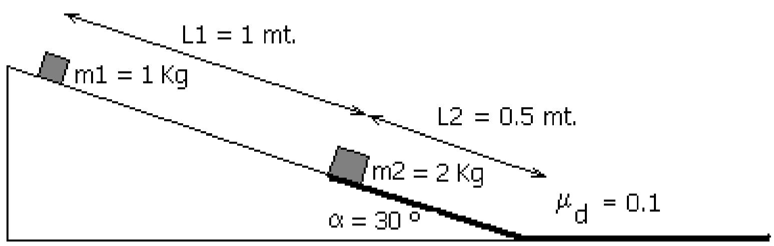
13) Se deja caer un cuerpo de masa m_1=1Kg por el plano inclinado de ángulo α = 30 °. Este choca plásticamente con otro de masa m2 =2 Kg el cual se encuentra en reposo. El sistema comienza a moverse por una zona con rozamiento indicada en el dibujo con línea gruesa, siendo μ_d = 0.1.

a) ¿Se conserva el impulso lineal en el intervalo infinitesimal que dura el choque? Justifíquelo analizando las fuerzas que actúan

b) ¿Cuál es la velocidad del sistema inmediatamente después del choque plástico?

c) ¿Con qué velocidad llegan al suelo?

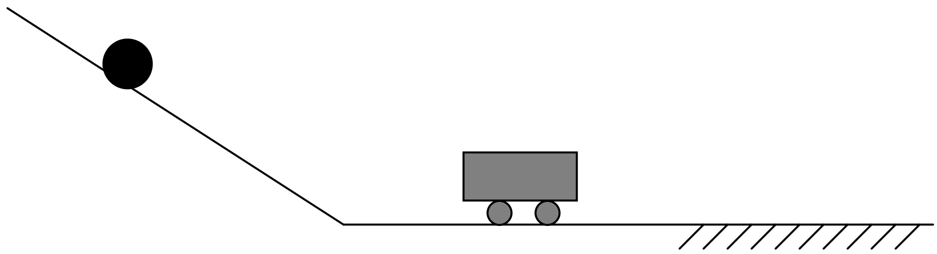
d) ¿A qué distancia del vértice del plano inclinado se detienen?



14) Se suelta una pelota(m_p=1 kg) desde 1,8 m de altura por un plano inclinado. La pelota choca a un carrito (m_c=2,5 kg) el cual comienza a andar hasta que entra en una zona con rozamiento ($\mu_d = 0{,}5$) y se detiene luego de recorrer 90 cm.

a) Calcule la velocidad del carrito después del choque

b) ¿Cuál fue la variación de energía durante el choque? ¿Fue un choque elástico o no?



Resp. a) 3m/s b) –5,6 J

Guía 7. Leyes de Conservación: Impulso angular

1) Se tiene una bolita de 200g atada a un clavo de una mesa horizontal mediante una tira de goma (extensible). Inicialmente se le imprime una velocidad de 4 m/s formando un ángulo de 53° con la dirección de la goma.

a) ¿Se conserva el momento angular? ¿Y la energía?

b) Calcule la componente tangencial de la velocidad de la bolita cuando la goma se estiró un 50 %.

Resp. a) Se conserva L con centro de momentos en el clavo. No se conserva la energía; b) v=2.12 m/s

2) Una esferita (m=150 g) cuelga del techo por medio de una cuerda de 35 cm de longitud. Describe un movimiento circular sobre un plano horizontal, de manera que la cuerda forma un ángulo de 30° con la vertical (péndulo cónico).

a) Si se considera como centro de momentos el punto O en que la cuerda se une al techo, ¿se conserva el momento angular $\mathbf{L}_O$ de la esfera? Justifique su respuesta

b) ¿Y si se toma como centro de momentos el punto A, que es el centro de la circunferencia horizontal que describe la esfera? Justifique

c) Calcule el momento angular $\mathbf{L}_A$ y $\mathbf{L}_O$ en algún punto del recorrido

3) Una pareja de patinadores artísticos se acerca uno hacia el otro por trayectorias paralelas distantes 3 m, con velocidades iguales de 2 m/s. El patinador lleva una garrocha ligera de 3m de longitud de manera que cuando pasa cerca su compañera, ella se toma del otro extremo de la garrocha. Supongamos que ambos patinadores pesan 50 kgf y que el rozamiento entre los patines y el hielo es despreciable.

a) Calcule la posición del centro de masa en función del tiempo. ¿Qué fuerzas actúan sobre el sistema formado por los dos patinadores? ¿Se conserva el momento angular?

b) Describa cualitativamente el movimiento de los patinadores luego de que quedan unidos por la garrocha. Calcule el momento angular respecto del centro de masa.

c) Haciendo fuerza extra sobre la garrocha los patinadores logran acercarse a 1m ¿Con qué velocidad giran ahora? Exprese cómo varía la velocidad angular en función de la distancia al centro masa a medida que se acercan. ¿Cuánto es lo máximo que pueden acercarse? ¿Qué fuerza tienen que hacer sobre la barra para mantenerse girando a 1m de distancia?

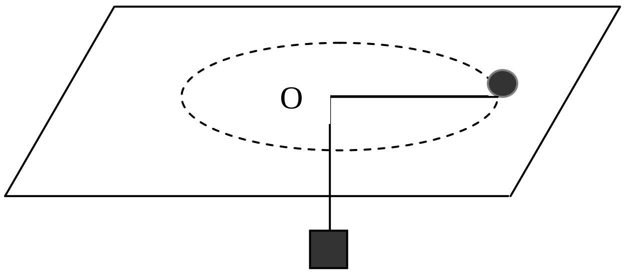
d) Piense cualitativamente en qué cambia el problema si, como es más probable, las masas de los patinadores no son iguales

Resp. b) $|L_{CM}|$=300 kg m2/s c) v=6m/s y F= 360 kgf !!!

4) En el sistema de la figura un cuerpo de masa 500 g gira sobre una mesa horizontal, alrededor del orificio O con una velocidad de 2 m/s, mientras el cuerpo que cuelga, de masa 1 kg permanece en reposo.

a) Calcule el radio de giro y el momento angular respecto del punto O

b) Se posa un insecto sobre el cuerpo que cuelga. ¿Se conserva ahora L? Calcule la velocidad angular del cuerpo que está sobre la mesa, si el otro cuerpo descendió 3 cm.



Resp. a) R=20 cm, ω=10 1/s, |L|=0,2 kg m2/s b) 13,8 1/s

Conservaciones: momento angular, momento lineal y energía.

5) Se tiene un juego como el que muestra la figura en el cual una bolita de 200 g es disparada mediante un resorte de constante k=720 N/m que se comprime 10 cm. De esta manera la bolita recorre una canaleta (rozamiento despreciable) y sale por el otro extremo Poniendo el juego sobre una mesa horizontal

a) ¿Qué magnitudes se conservan?

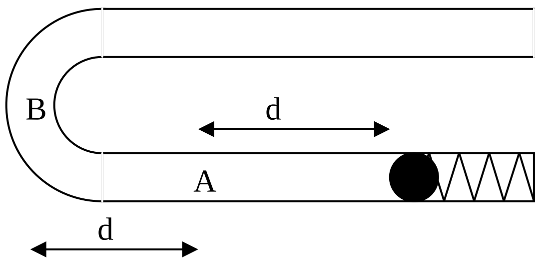
b) Calcule la velocidad y el momento angular en los puntos A, B, C

c) ¿Cuánto vale la fuerza de contacto entre la pared y la bolita en B?

d) Poniendo el juego en la posición vertical, con el punto B en la parte más alta, repita los cálculos de los items a), b) y c).

Datos: d=50 cm y el radio de curvatura del tramo semicircular es R=30 cm

C



Resp. Horizontal: Se conservan E y LO (O centro de curvatura); |v|=6m/s; |L|=0,36 kg m^2/s; |F|=24N

Vertical: LO no se conserva, vA= 5,1 m/s; vB= 4 m/s; vC= 6 m/s; LA = 0,31 kg m^2/s; LB = 0,24 kg m^2/s; LC = 0,36 kg m^2/s c) |F|=8,7 N

6) Se tiene una esferita unida a un resorte (K=500 N/m y l0= 10 cm) fijo a un clavo en el centro de una mesa horizontal. Se estira el resorte de manera que el cuerpo quede a 14 cm de A y se le da una velocidad de 1,5 m/s perpendicular al resorte

   a) ¿Qué magnitudes se conservan?
   b) Calcule el vector velocidad cuando el resorte tiene una longitud igual a su longitud natural

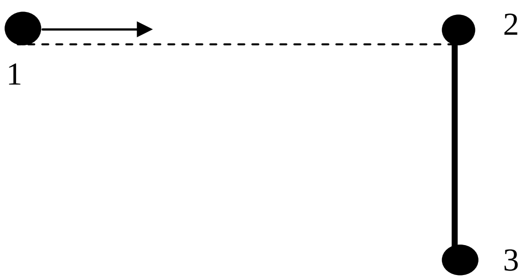
Resp. |v|=2,22 m/s; |vθ|=2,1 m/s y |vr|=0,71 m/s

7) En el sistema de la figura la esfera de la izquierda se acerca a las dos que están unidas por una barra, con una velocidad de 2m/s. Describe la trayectoria señalada con línea cortada, y choca plásticamente con la otra esfera.

V_0

   a) ¿Qué magnitudes se conserva?
   b) Halle la velocidad de cada partícula inmediatamente después de la colisión.
   c) Calcule la velocidad del centro de masa antes y después del choque.
   d) ¿Cómo es el movimiento posterior del sistema?

Resp. a) Se conservan psist y Lsist b) v1,2=v0/2 ; v3=0 c) vCM=v0/3



Práctica 8: FLUIDOS

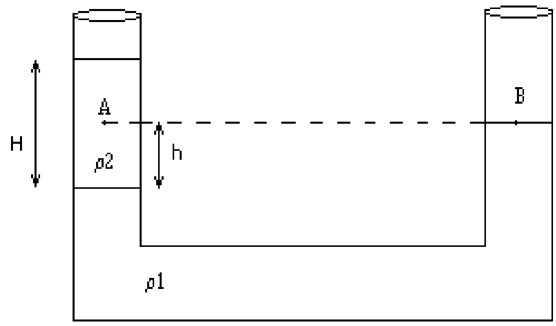
Parte 1. Hidrostática[1]

Teorema Fundamental

1. Un tubo en U contiene mercurio (ρ =13.6 g/cm^3). Se echan 20 cm de agua en la rama derecha y se espera a que el sistema esté nuevamente en equilibrio. ¿Cuánto se elevó la columna de la izquierda respecto del nivel original?
Resp. 7.3 mm

2. En un tubo en U, hay dos líquidos inmiscibles de densidades ρ_1 y ρ_2. Se mide el nivel (h =1.5 cm) del punto B respecto a la superficie que separa a los dos líquidos, y la altura de líquido de menor densidad (H = 4 cm)

a) Halle la relación de las densidades ρ_1/ρ_2.
b) Si ρ_2=1g/cm^3 y la presión ambiente es de 1009hPa, calcule la presión en el punto A.



Resp. a) 2.67 b) 1011.5 hPa

1

Unidades de presión [P] = [F]/[S] : [MKS] Pascal (Pa), 1Pa =1N/m^2 ; [CGS] bar, 1bar = 10^6 dyn/ cm^2 =10^5 Pa

(Atmósfera:at) 1at = 760 mmHg = 760 Torr = 1,033 kg/ m^2 = 1,01325 10^5 Pa = 1013,25 hPa= 1,01325 10^6 dyn/ cm^2 = 1,01325 bar

Datos: g = 9,81m/s^2 = 981 cm/ s^2 ; densidad del agua 1g/cm^3 =1000kg/m^3.

Para recordar: 1 nano=10^{-9}; 1 pico=10^{-12}; 1 femto=10^{-15} .

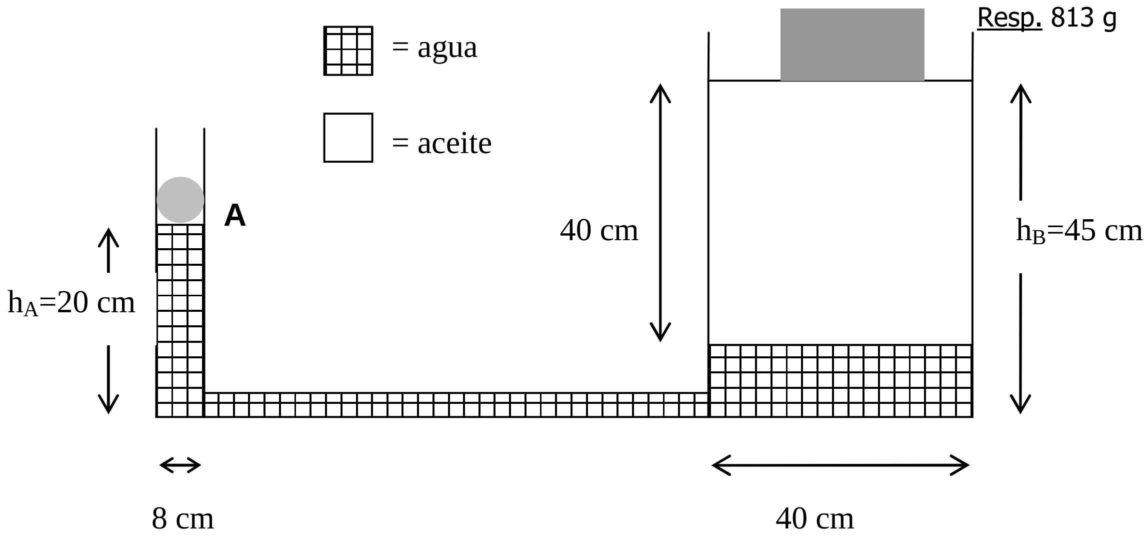
3. La presión de agua a la entrada de una casa a nivel del suelo es de 1,1 10^6 N/m^2. ¿Hasta qué altura llega el líquido sin ser bombeado?

4. Un tubo en U, abierto en ambas ramas, contiene un líquido A hasta una altura H. Por una de las ramas se introduce otro líquido B no miscible con A hasta alcanzar una altura h_B=10 cm respecto de la superficie de separación de ambos líquidos. Sabiendo que las densidades de los líquidos respecto al agua valen γ_A = 2 y γ_B = 3, deducir la relación entre h_A, h_B, γ_A y γ_B . Calcular el valor de h_A.

Pascal

5. La prensa hidráulica de la figura está formada por dos depósitos cilíndricos de diámetros 8 cm y 40 cm, conectados por un tubo horizontal. La prensa contienen dos líquidos inmiscibles: agua (densidad 1g/cm^3) y aceite (densidad 0.68 g/cm^3). Esta prensa hidráulica se utiliza como una balanza de precisión. Se coloca el objeto a pesar en A, y una pesa conocida (m=5kg) en B. Luego se leen las alturas totales de las dos columnas, h_A y h_B. Si estas alturas son h_A=20 cm y h_B=45 cm, y la presión atmosférica es 1012 mbar, calcule la masa del objeto en A.

Resp. 813 g



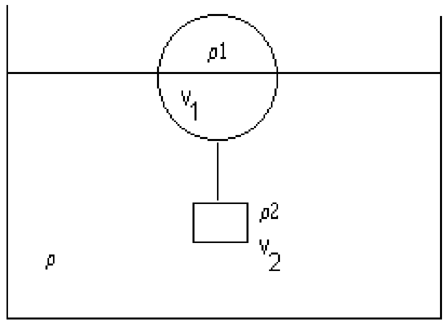
6. Se tiene una prensa hidráulica de secciones S = 1 cm^2 y S′ = 100 cm^2. Se aplica sobre S una fuerza F_1 de 400 N formando un ángulo de 60° con su normal. S se desplaza 100 cm. Calcular:

a) la presión sobre S y la presión sobre S′.

b) la fuerza F_2 que actuando sobre S′ equilibra al sistema (dar dirección y sentido)

Arquímedes

7. En la figura se muestra una esfera de volumen 500 cm^3 y densidad 0.3 g/cm^3 unida mediante una cuerda inextensible a un cilindro de 250 cm^3 de volumen. Así unidos, la esfera flota en el agua sumergiéndose sólo la mitad de su volumen. Halle la tensión en la cuerda y la densidad del cilindro.



Resp. T=0.98 N; ρ_2=1.4 g/cm^3

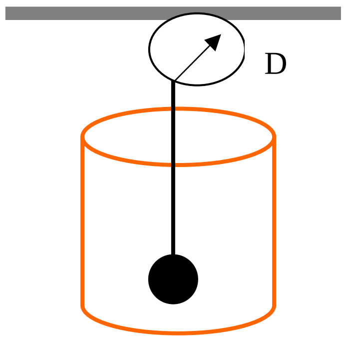
8. Una burbuja de 80 cm^3 de aire caliente a 30° C está rodeada del aire frío a 10° C. ¿Cuál es la fuerza total sobre la burbuja? ¿Qué sentido tiene?

Datos: ρ(10°C)=1250 g/ m^3, ρ(30°C)=1167 g/ m^3.

Resp. 6.5 dyn

9. Para conocer la densidad de un cuerpo de volumen muy irregular se lo sumerge en dos líquidos distintos. Al sumergirlo totalmente en agua pura se hace una fuerza de 12 N para sostenerlo, mientras que sumergido totalmente en una solución salina (ρ =1.06g/cm^3) la fuerza que hay que hacer es de 10.5N. Calcule la densidad del cuerpo.
Resp. 1.48 g/cm^3

10. Para calcular la densidad de una esfera de material desconocido se la pesa sumergida en una lata cilíndrica de radio R=20 cm con agua. Al sumergirse totalmente la esfera el nivel de agua sube 2 cm. Si la lectura del dinamómetro D es de 20 N calcule la densidad del material (suponga que la esfera es homogénea).



Resp. 1.81 g/cm^3

11. Dentro de una caja hueca (50cm x 40cm de base y 30cm de altura) de masa 1 kg, se coloca un cuerpo cuya masa es M=10 kg. Si la caja se sumerge en agua ¿Qué porcentaje de ésta queda sumergida? Halle la presión en la base de la caja (considere la presión atmosférica = 1 atm).

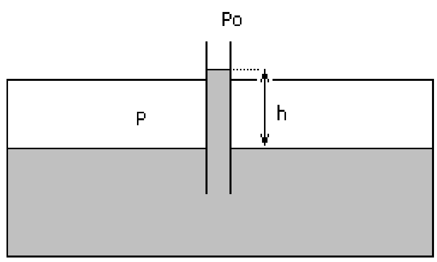
Resp. 18.3 %, P=1.005 atm

12. Un bloque de madera flota en el agua con las 2/3 partes de su volumen sumergido, mientras que en aceite tiene sumergido 90% de su volumen. Hallar la densidad de la madera y del aceite.

13. Calcular el área mínima de un bloque de hielo (ρ = 0,93$\times$10^3 kg/m^3) de 0,3m de espesor que flota en el agua para que sea capaz de sostener un automóvil que pesa 11.125 N.

Tensión superficial

14. Un recipiente cerrado tiene conectado un tubo capilar cilíndrico de vidrio abierto a la atmósfera de 0.1mm de radio interior. El recipiente contiene agua a una presión P=1.01 atm y a T=20°C. Fuera del recipiente la presión atmosférica es P_{atm}=1.0 atm. Sabiendo que la tensión superficial del agua es 72.8 dyn/cm, con $\theta_{agua} \approx 0$ (ángulo de contacto agua-vidrio) calcule la altura de agua en el tubo capilar.

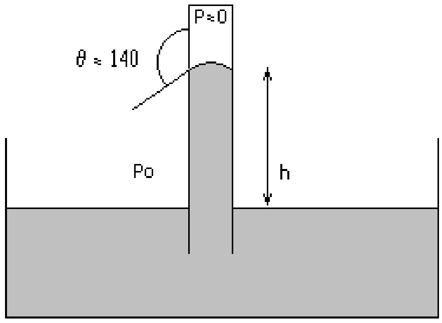


Resp. 25.1 cm

15. En una canilla que gotea, deducir el tamaño aproximado de las gotas en función del radio r del tubo de salida (sugerencia: este fenómeno se debe a una competencia entre la tensión superficial y el peso de la gota).

Resp.: $R = (3\, r\, \tau_{H2O} \,/\, 2\rho\, g)^{(1/3)}$

16. En el barómetro de la figura (2mm de diámetro interior) calcule la altura de la columna de mercurio (densidad 13,6 g/cm) en un día en que la presión atmosférica es de 950 milibares. Tome en cuenta que la tensión superficial del mercurio a 20°C es 465 dyn/cm, con un ángulo de contacto mercurio-vidrio θ_{Hg} = 140°.



Resp. 70.7 cm

17. ¿Cuál debe ser el diámetro mínimo del barómetro de mercurio del problema anterior para que la corrección por capilaridad no exceda 1.0 mm?

Resp. diámetro mínimo= 1cm

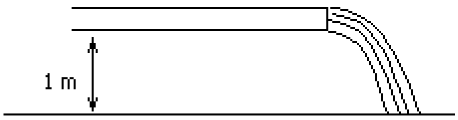
Parte2. Hidrodinámica

Fluidos ideales (flujo laminar, fluido incompresible) Teoremas de conservación

18. Una manguera esta colocada horizontalmente a una altura h=1m del piso, y el agua sale por la boca de sección A_1 a una velocidad v_1 = 4 m/s.

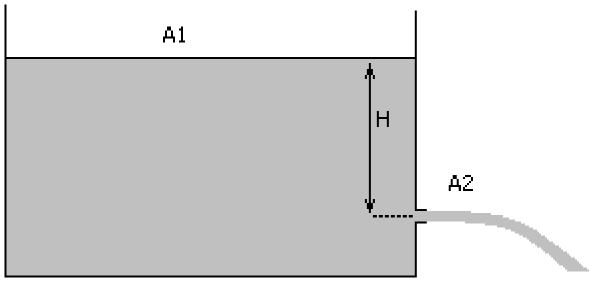
a) ¿Con qué velocidad llega el chorro de agua al piso?

b) ¿Cuál es la sección del chorro de agua al tocar el piso?



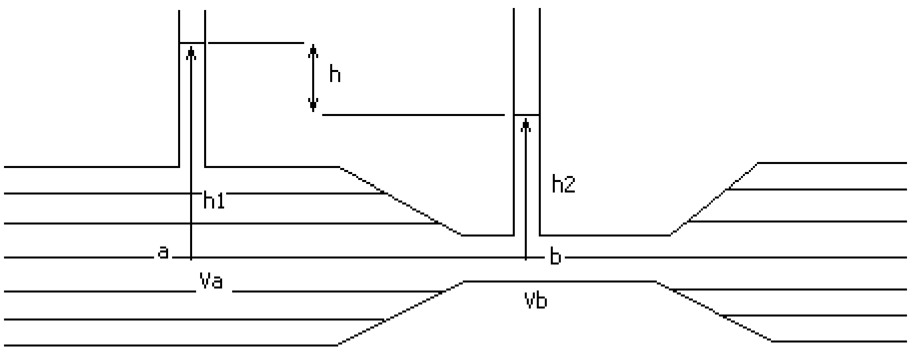
Resp.: a) 5 m/s b) A_1/A_2 = 5/4

19. En la figura se muestra un tanque conteniendo un líquido que sale por un orificio ubicado en la pared, a una profundidad de 2m bajo el nivel del líquido. La sección del tanque es A1=1.2 m^2, mientras que la del orificio es de 2 mm^2. Calcule la velocidad con que sale el líquido por el orificio y el volumen que se pierde al cabo de 1 hora.



Resp. v=6.26 m/s; pierde 45.1 litros

20. En la figura se muestra un tubo de Venturi por el que fluye agua, la diferencia de altura entre las superficies libres del agua en los tubos verticales, es h = h_1 - h_2 = 10 cm. Si se denota con a la parte ancha y con b la parte estrecha del tubo, vale A_a = 2 A_b



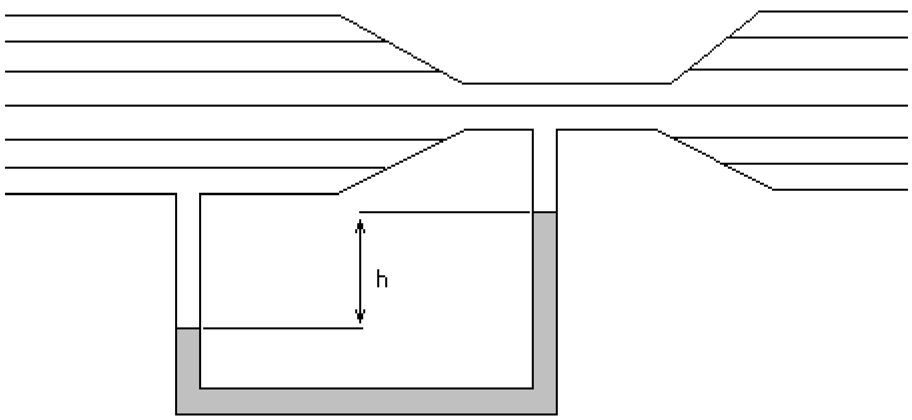
a) Halle las velocidades v_a y v_b

b) ¿Es posible hallar las presiones en a y b con estos datos?

c) ¿Dependen los resultados de la secciones de los tubos verticales?

Resp.: a) v_a = 80,87 cm/s, v_b = 161,74 cm/s .

21. Un tubo de Venturi tiene una sección transversal de 36 cm^2 en las parte ancha y de 9 cm^2 en el estrechamiento. Cada 5s, salen del tubo 27 l de agua. a) Calcule las velocidades v_a y v_b, b) halle la diferencia de presiones entre las partes a y b, c) calcule la diferencia de alturas entre las columnas de mercurio del tubo en U.



Resp.: a) v_a = 150 cm/s, v_b = 600 cm/s, b) p_a - p_b = 0,169 bar, c) h = 12,6 cm .

22. El flujo sanguíneo de la arteria de un perro, se hace pasar por un tubo de Venturi. La parte más ancha de dicho tubo, tiene un área transversal A_a = 0,08 cm^2 , que es igual al área transversal de la arteria. La parte más estrecha del tubo tiene una área A_b = 0,04 cm^2 . La caída de presión en el tubo es de 25 Pa. ¿Cuál es la velocidad de la sangre en la arteria? Datos: ρ_{sangre} = 1059,5 Kg/m^3 .

Resp.: v_a = 0,125 m/s

23. Una manguera de jardín tiene un diámetro interno de 20 mm y se conecta con un aspersor (regador) que es una caja con 24 agujeros de 2 mm de diámetro c/u. Si el agua (incompresible

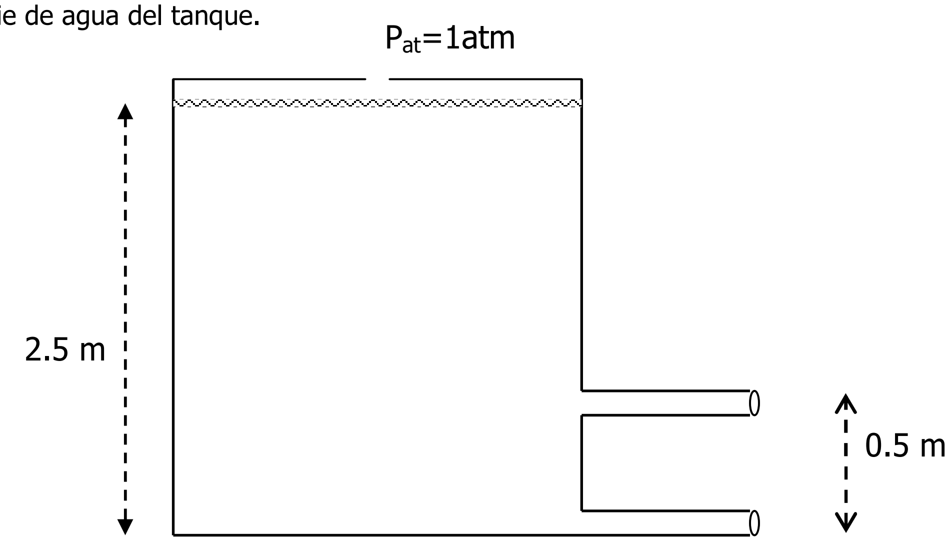
y no viscosa) en la manguera tiene una velocidad de 1 m/s (régimen estacionario), ¿con qué velocidad sale de los agujeros del regador?

24. Se tiene un tanque de agua de 2m de diámetro con 2 salidas pequeñas (diámetros mucho más pequeños que el del tanque), como muestra la figura. El caudal total de agua que sale del tanque es de 2.5 l/s

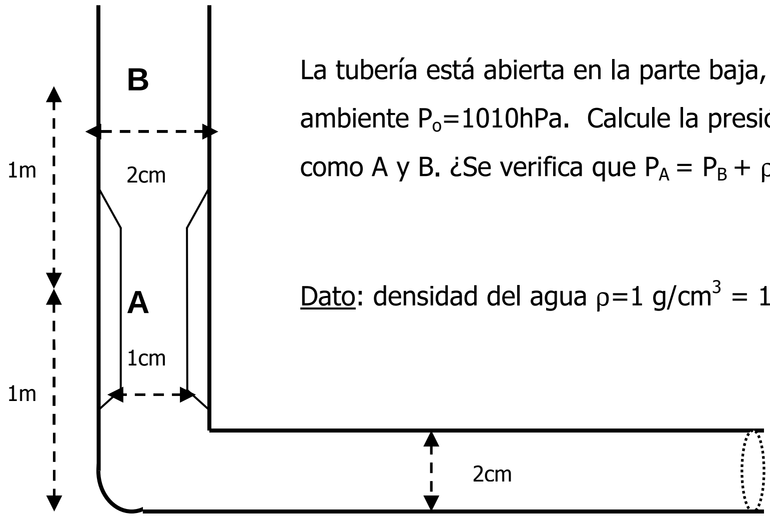
a) Calcule la velocidad de agua en cada tubería de salida.

b) Cuanto valen los radios de cada tubería de salida si se sabe que el caudal se reparte en partes iguales por cada tubería.

c) Revise la aproximación utilizada en a) calculando la velocidad con que desciende la superficie de agua del tanque.



25. En una tubería vertical por la que circulan 24 l de agua por minuto, se tiene un tramo donde la cañería presenta una reducción de su diámetro como indica la figura.



La tubería está abierta en la parte baja, siendo la presión en el ambiente P_o=1010hPa. Calcule la presión en los puntos señalados como A y B. ¿Se verifica que $P_A = P_B + \rho \cdot g\ (h_B - h_A)$? Justifique

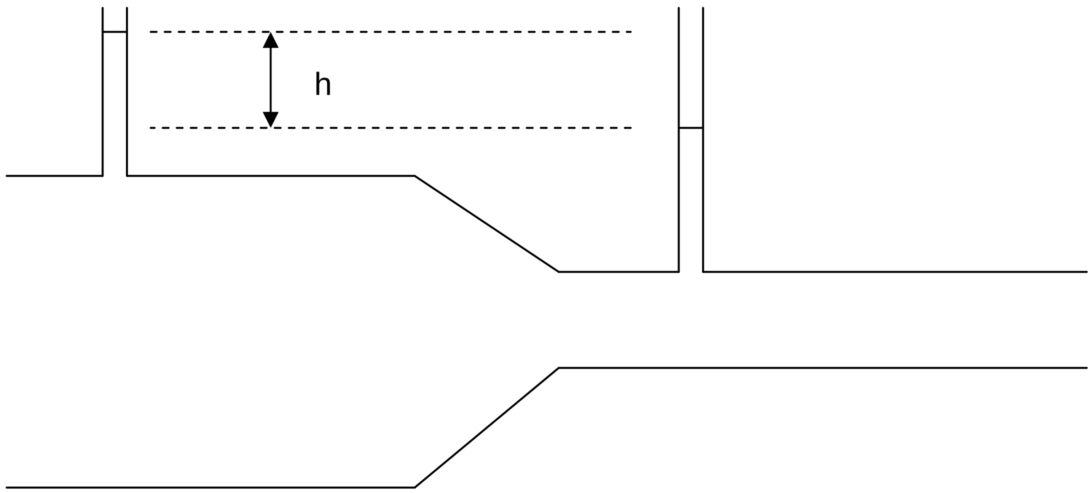
<u>Dato</u>: densidad del agua ρ=1 g/cm^3 = 1000 kg/m^3

26. Se tiene una tubería por la que circula un caudal de agua de 80 l/min, como se indica en la figura.

a) Calcule las velocidades en la parte ancha y angosta de la tubería (si sus radios son 5cm y 3 cm)

b) Calcule la diferencia de altura h en los tubos verticales (P_{atm}=1009 hPa)

c) Si ambos tubos tienen radio muy pequeño (r=3mm), calcule cómo varía la diferencia de altura h tomando en cuenta la tensión superficial (para el agua el coeficiente de tensión superficial γ=72.8 dyn/cm con ángulo de contacto θ=0).



Práctica 9. Electrostática

Constantes: $G = 6{,}7 \cdot 10^{-11} \dfrac{N.m^2}{kg^2}; \varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12} \dfrac{C^2}{N.m^2}; k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 \dfrac{N.m^2}{C^2};$

$e^- = -1{,}6 \times 10^{-19} C; m_e = 9{,}1 \times 10^{-31} kg; m_p = 1836 m_e$

Unidades: 1 eV =$1{,}6\times10^{-19}$ J

Geometría:

Esfera de radio R. Superficie: S = $4\pi R^2$; volumen: V = $4 \pi R^3/3$

Cilindro de radio R y largo L. Superficie lateral: S = 2π R L ; volumen: V = $\pi R^2 L$

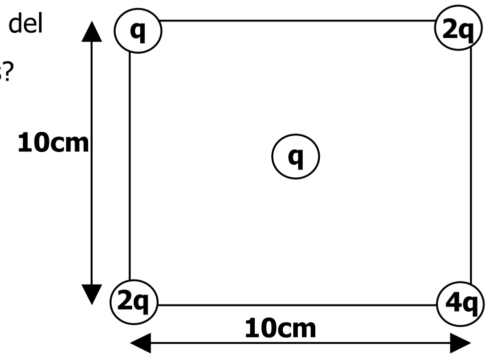
Fuerza de Coulomb

1. Dos electrones están separados una distancia r. Compare la fuerza de repulsión electrostática con la fuerza de atracción gravitatoria (cociente de los módulos de las fuerzas). ¿Depende esta relación de la distancia que los separa? Resp.: $4{,}2\times10^{42}$.

2. Calcule el cociente q/m entre la masa y la carga de dos partículas idénticas, tales que la fuerza de repulsión electrostática tenga igual magnitud que la atracción gravitatoria. Compare el valor hallado con la carga específica del electrón. Resp.: $8{,}6\times10^{-11}$ C/kg=$4{,}9\times10^{-22}$ e/m_e .

3. Halle la fuerza sobre una partícula de carga q = 1μC colocada en el centro de un cuadrado de

10 cm de lado, cuando se han ubicado partículas de cargas q, 2q, 4q y 2q en los cuatro vértices (ver figura). ¿Depende la fuerza del orden en que se ubican las cargas en los vértices?



Resp.: 5,4 N hacia la partícula de carga q

4. En el modelo de Bohr del átomo de hidrógeno, un electrón se mueve en una órbita circular de radio R = $5{,}29\times10^{-11}$ m alrededor de un núcleo (protón) de carga e^+. Calcule la velocidad orbital del electrón para este modelo. ¿Qué suposiciones se hacen acerca de las fuerzas sobre el electrón? ¿Podemos suponer que el núcleo está fijo?

Resp.: $2{,}19\times10^{6}$ m/s

Campo y potencial eléctrico.

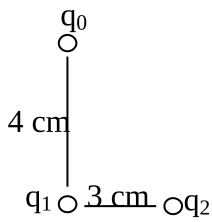
5. Dos partículas de carga q y –q (q>0) están separadas una distancia d (un dipolo)

a) Dibuje las líneas de campo eléctrico y las superficies equipotenciales.

b) Halle el potencial en el plano equidistante entre ambas partículas.

6. Una partícula de carga q_1= 5μC está ubicada a 3 cm de otra de carga q_2 = -3μC.

a) Halle la fuerza que sufre una partícula de prueba de carga q_0 ubicada a 4 cm de q_1 y a 5 cm de q_2.



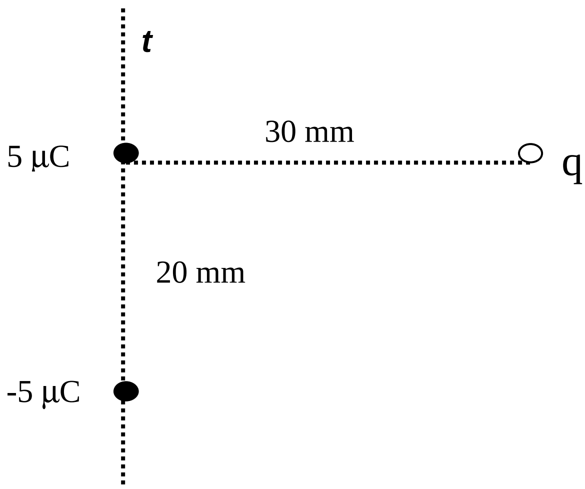
b) ¿Cuál es el campo que generan q_1 y q_2 en el punto donde se ubica q_0?.

c) ¿Cuál es el campo eléctrico generado en todo el espacio por las dos cargas q_1 y q_2?. Dibuje las líneas de campo.

7. Dado un dipolo eléctrico como el de la figura,

a) Calcule la fuerza sobre una carga q=10 mC en la posición indicada.

b) Calcule el campo eléctrico sobre la recta ***t*** que pasa por las dos cargas del dipolo



Teorema de Gauss

8. Para las siguientes configuraciones uniformes de carga eléctrica dibuje las líneas de campo y las superficies equipotenciales. Calcule el campo eléctrico en todo el espacio.

a) Un hilo recto infinito con densidad lineal λ.

b) Una superficie esférica de radio R con densidad superficial σ.

c) Una esfera maciza de radio R con densidad volumétrica ρ.

d) Un plano infinito con densidad superficial σ.

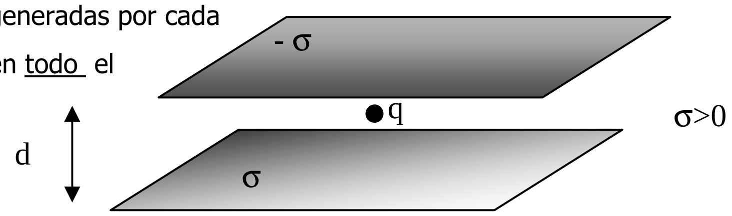
e) Un cilindro hueco infinito con densidad superficia σ.

f) Un cilindro macizo infinito con densidad volumétrica ρ.

Superposición de campos

9. Se disponen dos planos infinitos, paralelos, separados por una distancia d, con distribuciones de carga superficial uniformes σ y $-\sigma$, respectivamente.

a) Dibuje las líneas de campo eléctrico generadas por cada plano separadamente, y por el conjunto, en <u>todo</u> el espacio.



b) Calcule el campo eléctrico en todo el espacio.

c) Calcule la fuerza sobre una partícula de carga q>0 ubicada entre los dos planos.

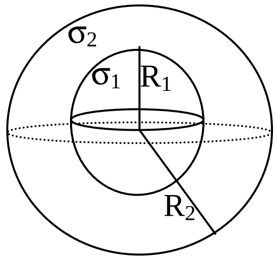
d) Calcule la diferencia de potencial entre ambos planos.

10. Considere dos planos paralelos de área 2 cm^2, separados por 0,1mm, con densidades de carga iguales y de signo contrario.

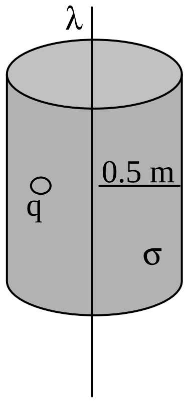
a) Calcule el valor de la densidad superficial de carga σ, si el campo medido entre las placas es de 60000 V/m.

b) Calcule la carga de cada plano y la diferencia de potencial entre ellos.

11. Calcule el campo eléctrico generado en todo el espacio por dos superficies esféricas concéntricas, cargadas la interior y la exterior con densidades superficiales σ_1 y σ_2 respectivamente. Además, halle cuánto vale el campo el eléctrico en el caso que las cargas totales de las superficies satisfacen $Q_1 = - Q_2$.



12. Calcule el campo eléctrico en todo el espacio generado por un hilo recto infinito con densidad de carga lineal λ= 2 C/m, ubicado en el eje de un cilindro infinito con densidad de carga superficial σ = -1 C/m^2 y radio R=0,5 m.



a) ¿Qué fuerza se ejerce sobre una partícula de carga q=3 C ubicada a una distancia de 0,3 m del hilo?

b) Calcule la densidad de carga superficial del cilindro para que el campo eléctrico sea nulo en su exterior (r>R).

Capacitores

13. Se aplica una diferencia de potencial de 10000 V a dos láminas planas de 2m^2 de área, separadas 1mm, a las que se ha efectuado vacío. Calcule

a) Su capacidad

b) La carga en cada lámina

c) El campo eléctrico entre las placas

¿Qué cambia en los ítems anteriores si se llena el espacio entre las placas con papel cuya constante dieléctrica es $\varepsilon = 3.5\varepsilon_0$? Compare los resultados

14. Se conecta un capacitor de placas paralelas de área 1m^2, separadas 1mm, a una fuente de 100V. Una vez cargado se lo desconecta y se separan las placas hasta que están distantes 2mm. El espacio entre las placas está vacío.

a. Calcule la energía almacenada en el capacitor antes y después de alejar las placas. ¿Qué pasó con la diferencia?

b. Repita los cálculos sin desconectar la fuente y explique los resultados

15. En el interior de una célula hay un exceso de iones negativos sobre los iones positivos. Un número igual de iones positivos en exceso se halla presente en el líquido intersticial (exterior de la célula). Los iones en exceso forman finas capas de carga a cada lado de la membrana celular de espesor 10 nm y constante dieléctrica $\varepsilon = 8\varepsilon_0$. Sabiendo que la diferencia de potencial entre el interior y el exterior de la célula es 70 mV, calcule:

a) La capacidad por unidad de área de la membrana (trátela como un capacitor esférico)

b) El campo eléctrico en el interior de la membrana (en módulo dirección y sentido)

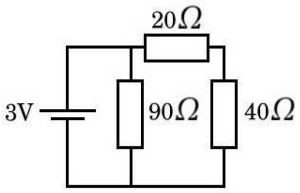
c) El trabajo (en eV) necesario para transportar desde el interior de la célula un ion de Na^+, un ion de Cl^- y un ion de K^+ respectivamente. Discuta en cada caso el signo del trabajo.

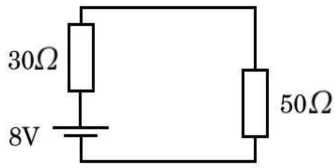
Práctica 10. Corriente Continua

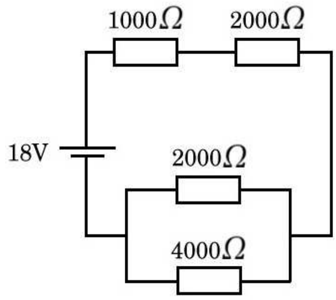
Circuitos con resistencias

1. Dadas tres resistencias de valores 1Ω, 2Ω y 4Ω, ¿qué valores de resistencia se pueden obtener por su combinación, haciendo las diversas conexiones posibles?

2. En los circuitos de las figuras, calcule la corriente en cada una de las resistencias y la caída de tensión en cada resistencia.







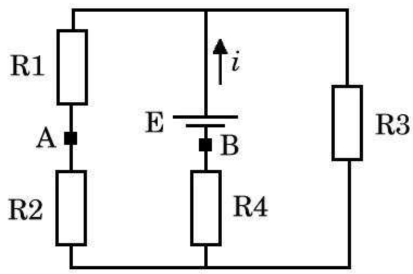
Resp. a) 33 mA y 50 mA b) 100 mA c) 4.2 mA, 2.8 mA, 1.4 mA

3. Dado el circuito de la figura (E = 24V, i = 4 A, R_1 = 5 Ω, $R_2 = 5\ \Omega$, R_3 = 10Ω), calcule:

a) la corriente por cada resistencia R1, R2 y R4

b) el valor de la resistencia R4

c) la diferencia de potencial entre los puntos A y B, indicando cu ellos está a mayor potencial



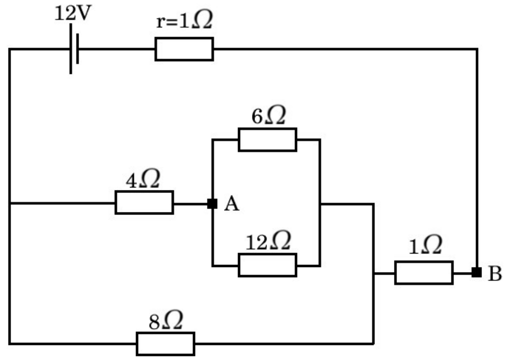
Resp. $i_1=i_2=i_3$=2A, R4=1Ω, ΔV_{AB} =14 V.

4. En el circuito de la figura, calcule:

a) la corriente por la batería

b) la diferencia de potencial entre los puntos A y B.

c) la potencia disipada en r (resistencia interna de la fuente) y en las resistencias de 4 y 8Ω



Resp.: a) 2A, b) 6V, c) 4W, 4W, 8W

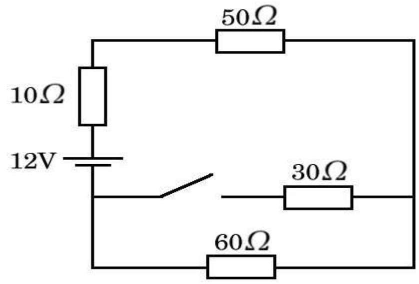
5. En el circuito de la figura, halle:

a) la potencia entregada por la batería con la llave L abierta

b) la caída de tensión en la resistencia de 30Ω · en estas condiciones.

c) Repetir a) y b) con la llave cerrada.

d) Halle el consumo del circuito en Wh luego de 4 horas de funcionamiento con la llave L cerrada



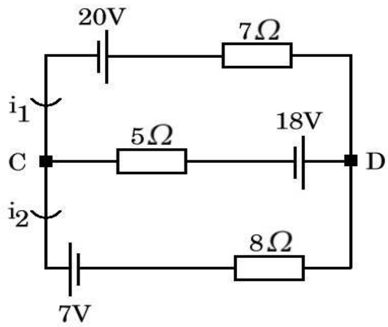
Resp.: a) 1,2W, b) 0V, c) 1,8W, d)7,2 Wh

6. Calcule para el circuito de la figura:

a) las corrientes i_1 e i_2

b) la diferencia de potencial entre C y D

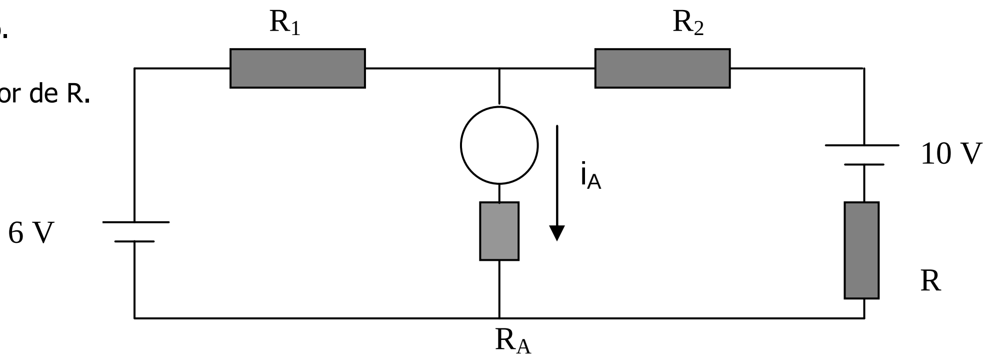
c) la potencia disipada por la resistencia de 5 Ω



Resp.: a) i1 = -1,15 A, i2 = -2,37 A , b) 11,9 V, c) 7,37W

7. Para medir la resistencia interna R de una pila de 10 V se dispone de un amperímetro con una resistencia interna R_A=1Ω, otra pila de 6V y dos resistencias R_1=3Ω y R_2=2,5Ω. Se arma el circuito de la figura y se mide en el amperímetro una corriente i_A de 3A que circula en el sentido indicado.

a) Calcule el valor de R.



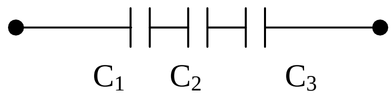
b) ¿Qué elemento del circuito disipa mayor potencia? Justifique.

Resp.: a) 1Ω, b) R_2

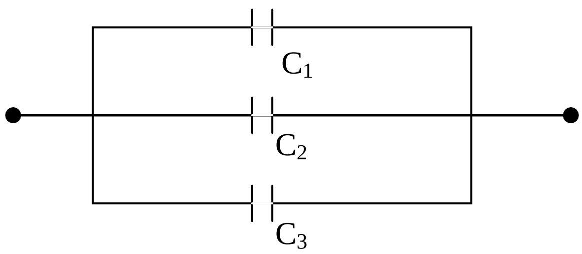
Circuitos con capacitores[2]

8. Halle la capacidad equivalente entre los extremos A y B en las distintas configuraciones de capacitores (C_1=1 μF, C_2=16 μF, C_3=10 μF).

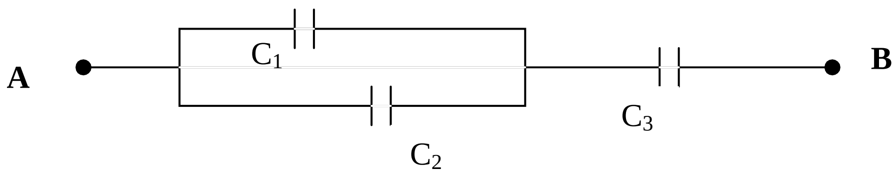
a)



b)



c)



Resp: a) 0,86μF b) 27μF c) 6,3 μF.

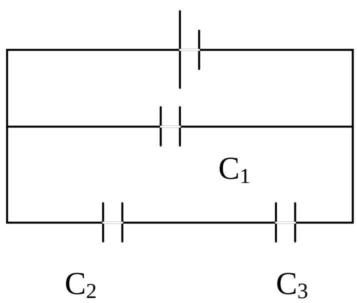
9. Para la configuración de capacitores de la figura halle:

a) la carga de cada condensador

b) la diferencia de potencial

c) la energía almacenada en cada uno de ellos.

Datos: C_1=6 μF, C_2=20 μF, C_3=5 μF, E=120 V



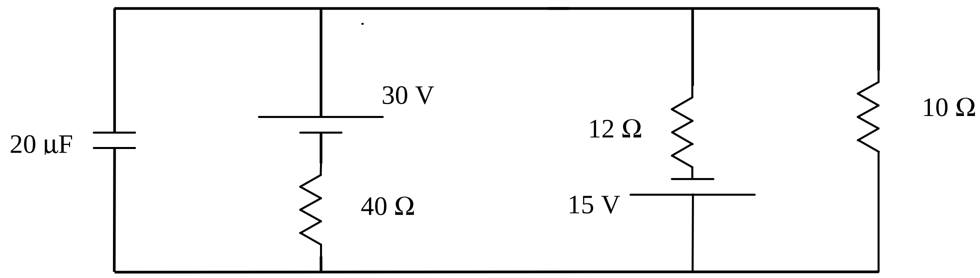
Resp: a) Q_1=7,2 10^{-4}C; Q_2=Q_3=4,8 10^{-4} C; b) V_1=120V; V_2=24V; V_3=96V; c) E_1=0,0432J; E_2=0,00576J; E_3=0,023J

2

Prefijo	f femto	p pico	n nano	μ micro	m mili	k kilo	M mega	G giga
Factor	10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{3}	10^{6}	10^{9}

Circuitos RC

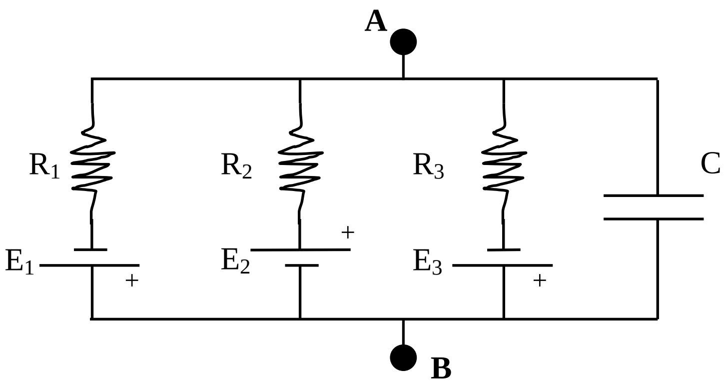
10. En el siguiente circuito suponga que pasó suficiente tiempo como para no tomar en cuenta el transitorio en el cual el capacitor se carga.



c) Calcule la corriente que circula por cada rama.

d) Calcule la carga almacenada en el capacitor, señalando la polarización del mismo.

11. <u>Circuito equivalente de membrana:</u> El siguiente circuito representa a una neurona. El punto **A** corresponde al interior celular y el punto **B** al exterior. Las ramas 1, 2 y 3 representan el movimiento de iones potasio, sodio y cloro respectivamente a través de la membrana. Considere que el circuito se encuentra funcionando hace suficiente tiempo para que el capacitor esté totalmente cargado.



<u>Datos:</u> E_1 = 80 mV; E_2 = 50 mV; E_3 = 50 mV; R_1 = 1 MΩ; R_2 = 10 MΩ; R_3 = 2 MΩ; C = 50 pF. El positivo de las pilas está indicado en el circuito.

a) Encuentre el valor de las corrientes que circulan por R_1, R_2 y R_3.

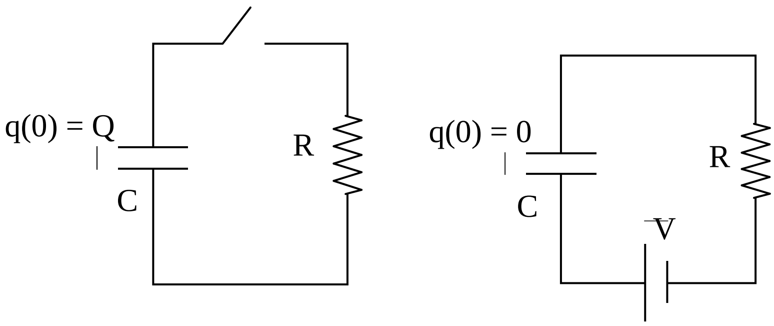
b) Calcule el "potencial de membrana" (V_A-V_B) y la carga (q) del capacitor.

c) Se produce Se produce ahora un cambio en la resistencia asociada al sodio, R_2, y en consecuencia se mide que V_A-V_B = + 40 mV. Calcule el valor que tomó R_2.

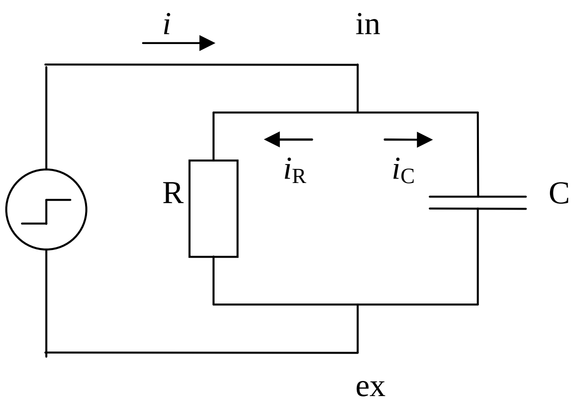
Resp: a) $|i_1| = 17,5\ \mathrm{nA}$; $|i_2| = 11,25\ \mathrm{nA}$; $|i_3| = 6,25\ \mathrm{nA}$; b) -62,5 mV ; 3,13 pC; c) 60606 Ω

Carga y descarga de capacitores

12. Escriba la ecuación diferencial para la carga q(t) en los capacitores de los circuitos que se esquematizan a continuación. Encuentre las soluciones usando las condiciones iniciales enunciadas en las figuras.



13. El circuito de la figura reproduce el comportamiento eléctrico de la membrana celular. El capacitor, que representa la capacidad de la membrana lipídica,



se encuentra en paralelo con una resistencia que representa a los canales iónicos. El dispositivo de la izquierda es una fuente de corriente y permite fijar la corriente total que circula entre el interior (in) y el exterior (ex) de la célula.

Si en t = t_0 se aplica una corriente i=1.5 mA constante, puede deducirse, aplicando las leyes de Kirchhof,f la siguiente ecuación diferencial para el potencial de membrana:

$$\frac{q}{C} + R\frac{dq}{dt} - iR = 0$$

a) Muestre que si $V_C(t_0)=V_0$ entonces el potencial de membrana cambia en el tiempo según:

$$V_C(t) = iR - (iR - q_0 / C)\, e^{\frac{t-t_0}{\tau}} \qquad (t > t_0)$$

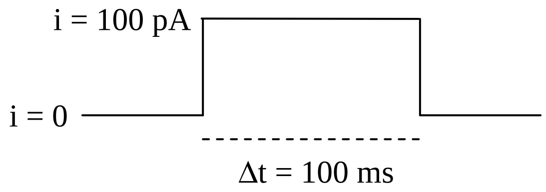
donde $\tau = RC$ es la constante de tiempo de la membrana.

b) Calcule q(t)

c) ¿Cómo se relacionan i_R e i_C? Encuentre como dependen i_R e i_C con el tiempo.

d) Grafique $V_C(t)$, $i_R(t)$ e $i_C(t)$ para $t_0 = 0$, $V_0 = 0$.

14. Se aplica el siguiente **escalón de corriente** a una célula de capacidad 50 pF y resistencia de membrana $500.10^6\ \Omega$ que se encontraba a V_0= 0 mV.

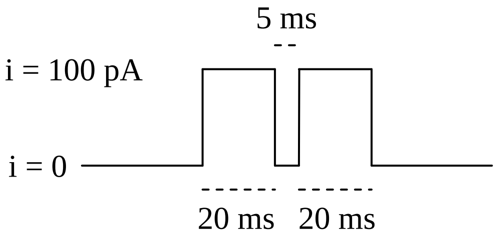


a) Calcule la constante de tiempo de la membrana.

b) ¿Cuál es el máximo valor que alcanza el potencial de membrana V(t)? ¿Cuál sería si la capacidad fuera 4 veces más grande?

c) Grafique V(t) en respuesta a la corriente (incluya en el gráfico lo que pasa antes y después del escalón). <u>Resp.</u> a) 25 ms y 100 ms ; b) 49,1 mV y 31,6 mV

15. A una célula de capacidad 20 pF y resistencia de membrana $100\ 10^6\ \Omega$ que se encontraba a un potencial V_0=0 mV, se le aplican los siguientes escalones de corriente:



a) Calcule el valor máximo que alcanza V(t) dentro de cada escalón y compárelos.
(Pista: averigüe un t_0 y un V_0 para cada vez que cambia el valor de *i* y vuelva a utilizar la expresión de V(t) para cada condición inicial).

b) Repita si la capacidad de la célula es de 20 veces la anterior. ¿Qué pasó?

Resp. a) 10 mV y 10 mV ; b) 3.9 mV y 6 m

Práctica 11. Magnetismo

Constantes:
$\mu_0 = 4\,\pi \times 10^{-7}$ Tm/A; eV $=1{,}6\times10^{-19}$ J; $m_e = 9\times10^{-31}$ kg; $m_p = 1{,}7\times10^{-27}$ kg; $q_e = -1{,}6\times10^{-19}$ C.

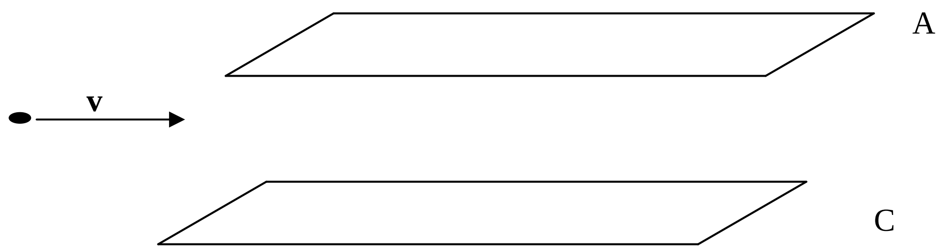
Unidades:
Campo magnético: [B] - **SI:** T≡ N/(Am)=A/m=Wb/m^2; **CGS:** Gs; 1 T = 10^4 Gs
Notación: T : Tesla ; Gs : Gauss.

Esfera de radio R. Superficie: $S = 4\pi R^2$; volumen: $V = 4\,\pi R^3/3$
Cilindro de radio R y largo L. Superficie lateral: $S = 2\pi$ R L ; volumen: $V = \pi R^2 L$

Fuerza de Lorentz

1) Un protón es lanzado con una velocidad de 3×10^7 m/s dentro de una zona del espacio donde hay un campo magnético uniforme, perpendicular a la velocidad, de magnitud 10 T. Calcule la magnitud de la fuerza magnética ejercida sobre el protón y compárela con su peso.
   Resp.: $4{,}8\times10^{-11}$N = $2{,}87\times10^{15}$ m_pg

2) En un tubo de rayos catódicos un haz de electrones con velocidad v=5.7 10^6 m/s en la dirección indicada en la figura, es dirigido hacia la región del espacio comprendido entre las dos placas metálicas plano-paralelas A y C, entre las que se puede establecer un campo eléctrico **E**.



a) ¿Cuál es la trayectoria de un electrón si **E=**0 y se aplica un campo magnético **B** uniforme de

5 10^{-4}T, en dirección paralela a la superficie de las placas y perpendicular al haz de electrones? Calcule la frecuencia de rotación de los electrones.
Resp. 88 MHz

b) ¿Es posible elegir **E** y **B** para que el electrón no se desvíe? Calcule el valor de E.

3) Suponga que se tiene un campo magnético **B** uniforme en dirección z.

   a) En qué plano se podrá mantener un electrón describiendo trayectorias circulares?

   b) Si B = 2 10^{-5} T y se requiere que el radio de las circunferencias sea de 0,5 m, ¿cuál debe ser la frecuencia de giro del electrón? ¿Cuál es entonces el módulo de su velocidad?

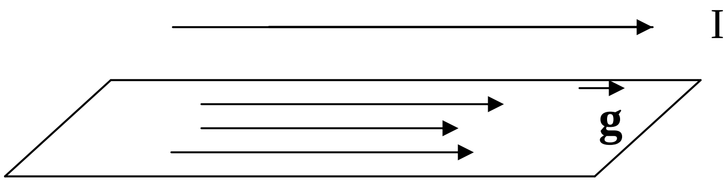
Resp. f = 560 kHz; v=1.76 10^6 m/s

Campo magnético, Ley de Ampere

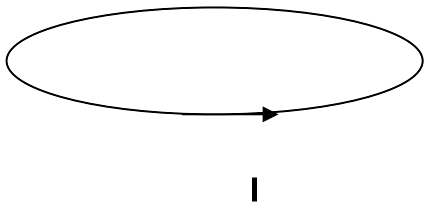
4) Dibuje las líneas del campo magnético generado por las siguientes configuraciones y calcule el campo magnético en todo el espacio para los casos a), b), d), e) y sobr el eje de simetría para el caso c) (la espira circular)

a) Un cable delgado, recto e infinito, por donde circula una corriente I:

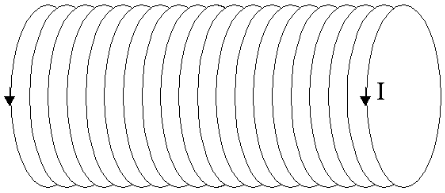
b) Un plano infinito por el cual circula una densidad de corriente superficial uniforme **g**:



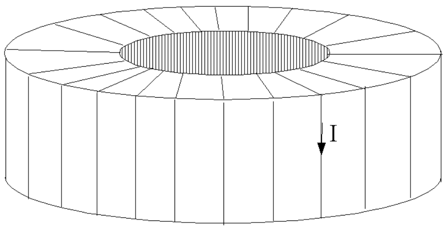
c) Una espira circular por la cual circula una corriente I:



d) Solenoide infinito por el que circula una corriente I:



e) Toroide por el que circula una corriente I:

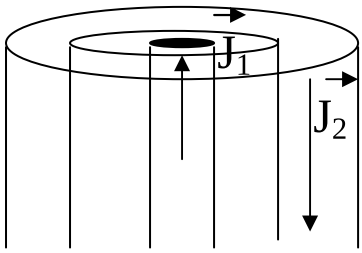


Sugerencia: Para el solenoide y el toroide suponga que las espiras están muy juntas

5) Considere un par de cilindros infinitos concéntricos. El interior es macizo, de radio a, y el exterior es hueco, de radio interno b y radio externo c. Por estos cilindros circulan densidades de corriente de volumen $\mathbf{J}_1$ y $\mathbf{J}_2$ respectivamente en sentido opuesto, como muestra la figura.

a) Calcule el campo magnético en todo punto del espacio.

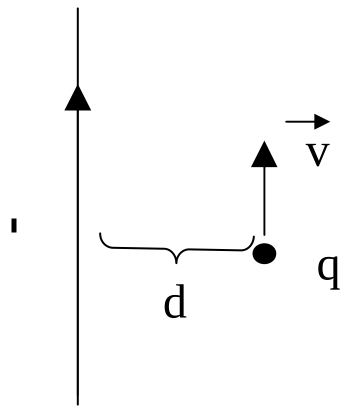
b) Halle la relación que debe haber entre $|\mathbf{J}_1|$ y $|\mathbf{J}_2|$ para que el campo en el exterior del cilindro mayor sea nulo.



6) Considere un cable recto infinito por el cual circula una corriente I = 1A.

a) Calcule la fuerza que se ejerce sobre una partícula cargada de $1\mu C$ que se desplaza paralela al cable con velocidad 10^3 m/s, en el mismo sentido de la corriente. ¿Qué cambia si la partícula se desplaza en sentido contrario? ¿Qué fuerza se ejerce sobre el cable? (d=1cm)

b) Calcule la fuerza por unidad de longitud que se ejerce sobre un segundo cable recto, infinito, paralelo al primero, por el cual circula una corriente I en sentido opuesto.

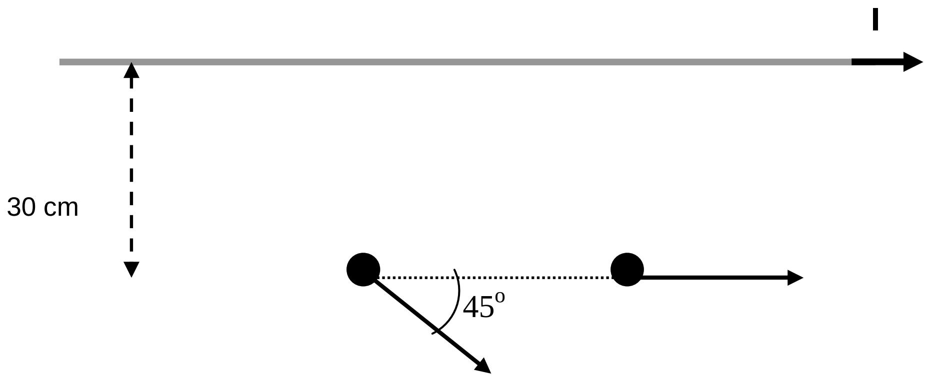


Resp.: a) 2×10^{-8} N, b) 2×10^{-5} N/m

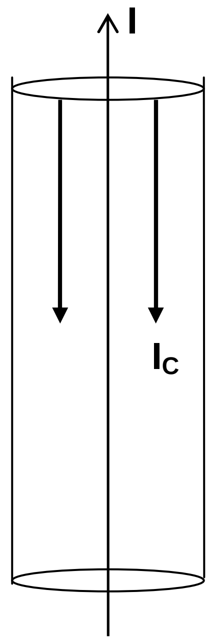
7) Se tiene un cable recto muy largo (infinito) por el que circula una corriente de 10 A.

a) Dibuje las líneas de campo magnético. Utilizando el teorema de Ampere calcule el valor del campo magnético a 30 cm de cable (expréselo en forma vectorial)

b) Calcule la fuerza sobre una carga de -2 mC moviéndose con velocidad de 300 m/s en las dos direcciones indicadas en la figura (los vectores **v** y el cable están en el mismo plano). Exprese las fuerzas vectorialmente, indicando el sistema de referencia utilizado. Represente gráficamente los vectores velocidad, campo magnético y fuerza en cada caso.



8) Se tiene una configuración de corrientes dada por un cable muy delgado (o hilo) y un cilindro de radio R=2cm y espesor despreciable, ambos infinitos y concéntricos, como se ve en la figura. Por el cilindro circula corriente superficial $\mathbf{I_C}$ por todo su perímetro, en sentido antiparalelo al de la corriente **I** que circula por el cable. Sabiendo que el campo magnético total (generado por el cable más el cilindro) es



$$\begin{cases} \vec{B} = 0.3/r\ 10^{-6}\ \text{Tm}\ \breve{\theta} & (\text{para } r<R) \\ \vec{B} = -1.71/r\ 10^{-6}\ \text{Tm}\ \breve{\theta} & (\text{para } r>R). \end{cases}$$

donde $\breve{\theta}$ tiene sentido antihorario, calcule

a) la corriente **I** por el cable

b) la corriente superficial $\mathbf{I_C}$ por el cilindro

c) la fuerza ejercida sobre una partícula cargada que se mueve paralela (en el mismo sentido) a la corriente **I**, con una velocidad |v|=2m/s y a una distancia de 10 cm del cable.

Ley de Faraday

9) Los rieles de una vía están separados por 1,5 m y están aislados entre sí. Se conecta entre ellos un milivoltímetro. ¿Cuánto indica el instrumento cuando pasa un tren a 200 km/h? Suponga que la componente vertical del campo magnético de la Tierra mide 1,5 10^{-5} T.

Resp.: $1{,}25\times10^{-3}$ V

10) Una espira circular de 1000 vueltas y 100 cm^2 de área está colocada en un campo magnético uniforme de 0,01 T y rota 10 veces por segundo en torno de uno de sus diámetros que es normal a la dirección del campo. Calcule:

a) La f.e.m. inducida en la espira, en función del tiempo *t* y, en particular, cuando su normal forma un ángulo de 45° con el campo.

b) La f.e.m. máxima y mínima y los valores de *t* para que aparezcan estas f.e.m.

Resp.: fem max 6,28V

11) Una espira cuadrada de lado d = 10 cm y resistencia R = 10 Ω atraviesa con velocidad constante v=10 m/s una zona de campo magnético uniforme de magnitud 10^{-2} T y ancho D=3d, como muestra la figura. Calcule y grafique en función de la posición de la espira:

a) El flujo magnético,

b) La f.e.m. inducida

c) La corriente que circula por la espira