

# FG2-ACTIVIDADES

André Oliva, BSc  
Universidad de Costa Rica

---

[www.gandreoliva.org](http://www.gandreoliva.org)

© CC-BY-NC-SA 2016 André Oliva

Esta obra cuenta con una licencia Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 4.0 International. Los usos comerciales (incluyendo venta, colocación de publicidad para descargar, etc.) están prohibidos.



## Repaso y oscilaciones

1. Un cliente de supermercado sube un carrito de masa  $m$  por una rampa de ángulo  $\theta$  respecto a la horizontal, con *velocidad constante*. El cliente hace la fuerza hacia arriba, paralelamente a la superficie de la rampa. Ignore la fricción. La longitud de la rampa es  $L$ .

A Haga un dibujo de la situación.



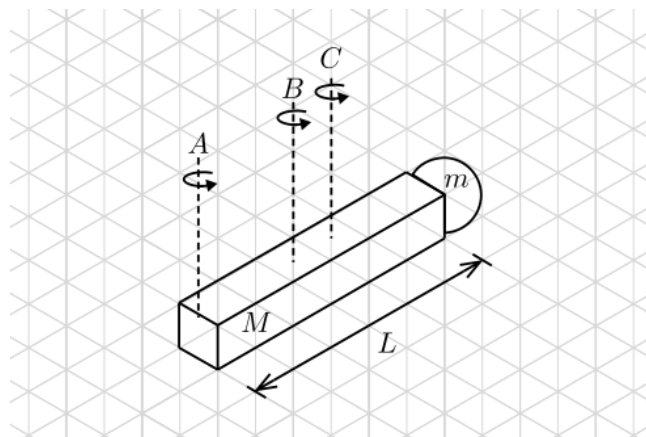
B ¿Cuál es la aceleración del carrito?

C Calcule la fuerza que hace el cliente.

D ¿Cuál es el trabajo que hace el cliente? ¿Cuál sería el cambio de energía potencial que sufre el carrito?

E Si al llegar al final de la rampa el cliente se detiene y suelta el carrito, ¿cuál será su rapidez final al llegar al principio de la rampa?

2. Una barra de densidad uniforme, largo  $L$  y masa  $M$  se une a una partícula de masa  $m$  como se encuentra en la figura.



A Dibuje su sistema de coordenadas. ¿Cuál es el centro de masa de la barra?

B Calcule el centro de masa del sistema.

C Calcule el momento de inercia de la barra alrededor de su centro de masa. Plantee la integral:  $I = \int x^2 dm$ . Sustituya la densidad  $\lambda = dm/dx = M/L$ . La coordenada  $x$  se mide desde el centro de la barra, en el dibujo, el eje B. Los límites de integración son  $-L/2 < x < L/2$ .

D Calcule el momento de inercia total del sistema alrededor del eje B.

**E** Calcule el momento de inercia del sistema alrededor del eje  $A$ . Recuerde el teorema de ejes paralelos:  $I = I_{CM} + Md^2$ .

**F** Calcule el momento de inercia del sistema alrededor del eje  $C$ , que pasa por el centro de masa del sistema.

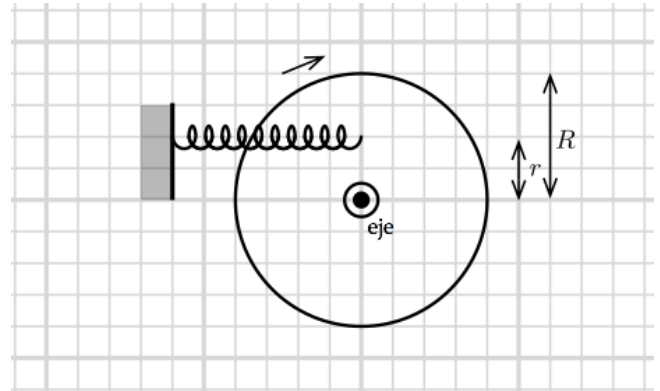
3. Una partícula realiza un movimiento armónico simple con un periodo de 16 s. En  $t = 2$  s, la partícula pasa por el origen, mientras que en  $t = 4$  s, su velocidad es de 4 m/s.

**A** Calcule la frecuencia angular del movimiento armónico simple.

**B** Escriba la función posición  $x(t)$  de la partícula. Sustituya las condiciones del enunciado para despejar el ángulo de fase,  $\phi$ .

**C** Ahora que tenemos  $\phi$ , escriba la función velocidad  $v(t)$  de la partícula. Sustituya las condiciones del enunciado para despejar la amplitud  $x_m$ .

4. Una rueda de bicicleta (aro de radio  $R$  y masa  $M$ ) se monta en un eje fijo como se muestra en la figura. Un resorte de constante  $k$  se conecta a uno de los rayos de la bicicleta a una distancia  $r$  del centro.



**A** Haga una suma de torques en la rueda. Considere que el ángulo entre el resorte y el radio es aproximadamente recto.

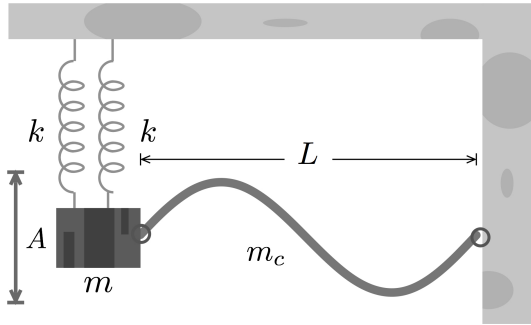
**B** Aproxime la distancia estirada y comprimada por el resorte a un arco.

**C** Escriba la ecuación diferencial en la forma del oscilador armónico simple. ¿Cuál es la frecuencia angular?

**D** Calcule el periodo de las oscilaciones. ¿A qué fórmula se reduce cuando  $r = R$ ?

## Oscilaciones y ondas

1. Dos resortes de constante  $k = 60 \text{ N/m}$  están conectados a una masa  $m = 2 \text{ kg}$  colgante, como lo muestra la figura. Esta masa, a su vez, está amarrada a un extremo de una cuerda de longitud  $L = 1.3 \text{ m}$  y masa  $m_c = 40 \text{ g}$ , que también está amarrada en el otro extremo a una pared.



- A** Calcule la frecuencia de oscilación de la masa colgante (suponga que no se altera significativamente con la presencia de la cuerda).

---



---



---

- B** Calcule la densidad de masa de la cuerda

---



---



---

- C** Calcule la longitud de onda para el segundo armónico

---



---



---

- D** Calcule la velocidad de propagación de las ondas por la cuerda

---



---



---

- E** Calcule la tensión a la que debe estar amarrada la cuerda para que se forme en ella el segundo armónico.

---



---



---

- F** Si la amplitud es  $A = 0.03 \text{ m}$ , escriba la ecuación del movimiento armónico simple de la caja.

---



---



---

- G** Si la amplitud es la del punto anterior, escriba la función de la onda estacionaria en la cuerda

---



---



---

- H** ¿Dónde están los nodos?

---



---



---

- I** ¿Cuál es la velocidad máxima vertical  $u_{y,max}$  a la que se desplazan las partículas que forman la cuerda?

---



---

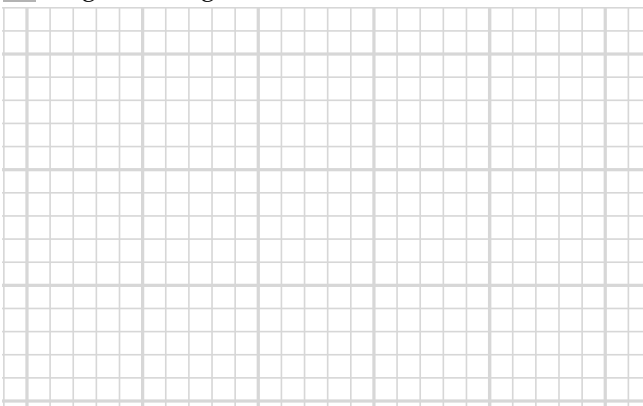


---

## Termodinámica

3. 14 gramos de vapor a  $110^\circ\text{C}$  se mezclan con 200 gramos de hielo a  $-10^\circ$ . Todo se mezcla en un contenedor de un material sólido de 100 g a  $20^\circ\text{C}$ , cuyo calor específico es  $c = 0.9\text{ J g}^{-1}\text{ K}^{-1}$ . Vamos a calcular la temperatura de equilibrio.

**A** Haga un diagrama de la situación.



**B** Haga las conversiones de unidades necesarias

**C** Haga un tanteo en el punto donde todas las sustancias se encuentran a  $0^\circ$ , con el agua totalmente sólida.

**D** Haga un tanteo en el punto donde todas las sustancias se encuentran a  $0^\circ$ , con el agua totalmente líquida.

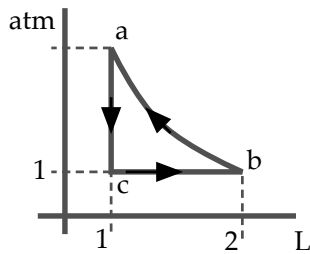
**E** Haga un tanteo en el punto donde todas las sustancias se encuentran a  $100^\circ$ , con el agua totalmente líquida.

**F** Haga un tanteo en el punto donde todas las sustancias se encuentran a  $100^\circ$ , con el agua totalmente gaseosa.

**G** ¿En qué intervalo de temperaturas se encuentra la temperatura de equilibrio?

**H** Si la temperatura de equilibrio está en alguno de los intervalos siguientes:  $0 < T_{eq} < 100$ ,  $T_{eq} < 0$ ,  $T_{eq} > 100$ , calcule esa temperatura de equilibrio mediante la conservación de la energía. Si la temperatura le dio exactamente  $T_{eq} = 0$  o  $T_{eq} = 100$ , calcule el porcentaje de agua, hielo y vapor existente en el equilibrio.

4. Considere el ciclo de la figura. Son 3 moles de un gas ideal monoatómico.



**A** Convierta todas las unidades al sistema internacional

---

**B** El proceso de  $b$  a  $a$  es isotérmico. Calcule  $P_a$ ,  $T_a$ ,  $T_b$ ,  $T_c$ .

---

**C** Calcule el trabajo hecho por el gas en el proceso  $ba$ , y el calor. ¿Cuánto es el cambio de energía interna?

---

**D** Calcule el calor, trabajo y cambio de energía interna en el proceso  $cb$ .

**E** Calcule el calor, trabajo y cambio de energía interna para el proceso  $ac$ .

---

**F** Calcule el calor de entrada y el de salida de la máquina. ¿Es un motor o un refrigerador?

---

**G** Calcule la eficiencia del ciclo.

---

**H** Calcule el cambio de entropía durante el proceso  $ba$ .

---

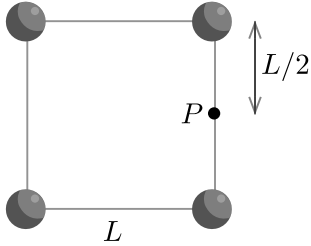
**I** Calcule el cambio de entropía durante el proceso  $cb$ .

---

## Electrostática

1. Cuatro cargas positivas  $q$  idénticas se colocan en un cuadrado de lado  $L$ . Queremos calcular el campo eléctrico en el punto  $P$ , a mitad de camino entre las dos cargas de la derecha.

**A** Complete el diagrama. Coloque su marco de referencia. Numere las cargas. Dibuje los vectores del campo eléctrico producidos por las dos cargas de la derecha. ¿Qué cosas se cancelan por simetría?



**B** Calcule los vectores de posición de las cargas de la izquierda.

---

**C** Calcule las distancias entre las cargas y  $P$

---

**D** Escriba los vectores unitarios. Recuerde a  $\vec{r}_p$ .

---

**E** Calcule los campos eléctricos

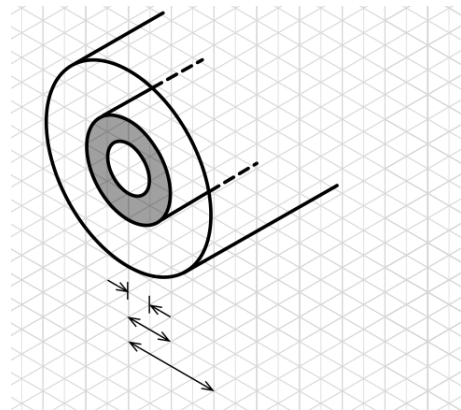
---

**F** Calcule el campo total en  $P$ . ¿Quiénes se cancelan?

---

2. Un cilindro hueco aislante perfecto, de radio interior  $a$ , radio exterior  $b$  y densidad de carga uniforme  $\rho$ , está rodeado coaxialmente por un cilindro conductor de densidad lineal de carga extra  $-\sigma$  y radio  $R$ .

**A** Complete el diagrama. Coloque las cargas, radios y superficies gaussianas.



**B** ¿Cuál es el campo eléctrico para  $r < a$ ?

---

**C** Calcule el campo eléctrico para  $a < r < b$ .

---

**D** Calcule el campo eléctrico para  $b < r < R$ .

---

**E** ¿Cuál es la carga inducida en la superficie interior del cilindro conductor?

---



F Calcule el campo eléctrico para  $r > R$

---



---



---

G Calcule la diferencia de potencial desde  $r = b$  hasta  $r = R$

---



---



---

H Sustituya en el punto anterior los valores numéricos:  $\rho = 8 \mu\text{C}/\text{m}^3$ ,  $b = 0.2 \text{ m}$ ,  $a = 0.1 \text{ m}$ ,  $|\sigma| = 5 \mu\text{C}/\text{m}^2$ ,  $R = 0.3 \text{ m}$ .

---



---



---

I Un grano de polvo de  $10^{-5} \text{ kg}$  y  $6 \cdot 10^{-10} \text{ C}$  se desprende del cilindro aislante interior. Calcule la rapidez final del grano de polvo cuando choca contra el cilindro conductor exterior.

---

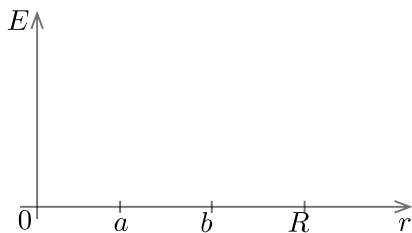


---



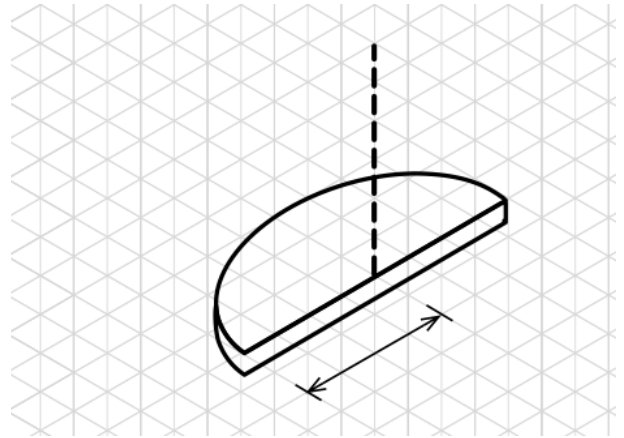
---

J Haga un esbozo de la gráfica del campo eléctrico en cada región.



3. Calcule el potencial de medio disco de radio  $R$  y densidad de carga uniforme  $\sigma$  en un punto a una distancia  $z$  sobre su centro.

A Complete el dibujo: dibuje el diferencial de carga, y la distancia entre el diferencial y el punto  $P$ . Elija su sistema de coordenadas.



B ¿De dónde a dónde se extiende el medio disco en su sistema de coordenadas?

---



---

C Plantee el potencial de forma diferencial.

---



---



---

D Haga la integral en  $\theta$  (equivalentemente, calcule el potencial de medio anillo en  $P$ )

---



---



---

E Haga la integral en  $r$  (equivalentemente, integre el medio anillo para formar el medio disco)

---



---



---



---

4. Una región esférica tiene densidad de carga  $\rho = Ar$ . ¿Cuál es la carga encerrada en un radio  $r$  dentro de la región?

- (A)  $Ar$       (B)  $Ar^2/2$       (C)  $\pi Ar^4$       (D)  $2\pi r^2$

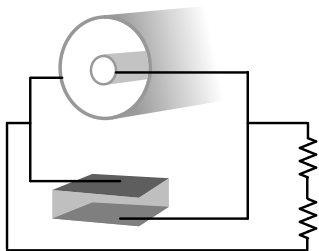
5. (cont.) ¿Cuáles son las unidades de  $A$  en el SI?

- (A)  $\text{C}/\text{m}$       (B)  $\text{C}/\text{m}^2$       (C)  $\text{C}/\text{m}^3$       (D)  $\text{C}/\text{m}^4$

## Circuitos

1. Un capacitor cilíndrico de radio menor  $a$ , radio mayor  $b$  y largo  $L$  se conecta en serie con un capacitor cúbico de lado  $D$ , relleno de un dieléctrico de constante  $K$ . Ambos capacitores contienen la misma carga inicial  $Q$  (cada uno) y se conectan con dos resistores de resistencia  $R$  mutuamente en paralelo.

**A** Complete el diagrama. Coloque todas las variables.



**B** Calcule la capacitancia del capacitor cilíndrico. (Empiece desde la ley de Gauss)

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**C** Calcule la capacitancia del capacitor cúbico.

---



---



---



---



---



---



---



---



---

**D** Calcule la capacitancia equivalente de ambos capacitores.

**E** Calcule la resistencia equivalente de los dos resistores.

---



---



---



---

**F** Calcule la carga del capacitor equivalente en función del tiempo.

---



---



---



---



---



---



---



---



---

**G** Calcule la potencia disipada por el resistor

---



---



---



---



---



---



---



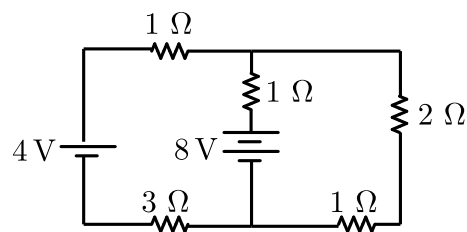
---



---

2. Considere el siguiente circuito:

**A** Complete el diagrama. Coloque la dirección del campo eléctrico en cada elemento, y elija su trayectoria de integración.



**B** Aplique la conservación de la corriente

---



---

**C** Aplique la conservación del voltaje.

---



---

**D** Resuelva el sistema de ecuaciones.

3. Un alambre circular de 1 cm de diámetro tiene densidad de corriente  $\vec{J}(r) = 0.4r^2 + 0.2\hat{z}$  en unidades del SI. El área transversal puede considerarse también en dirección  $\hat{z}$ .

**A** Calcule la corriente eléctrica total sobre el alambre

---



---

**B** Calcule la velocidad de deriva de los electrones en la orilla, si  $n = 10^{28} \text{ m}^{-3}$ .

4. Un material no cumple con la ley de Ohm, siendo su equivalente la ecuación  $\Delta V = MI^2 - NI$ .

**A** ¿Cuáles son las unidades de  $M$  y  $N$  en el sistema internacional?

---



---



---

**B** ¿Cuál es la resistencia del material?

---



---



---

**C** ¿Para qué valor de la corriente la resistencia se hace cero?

---



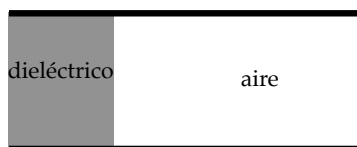
---



---

5. Un capacitor de placas paralelas está lleno hasta  $1/3$  con un dieléctrico de  $K = 2.5$ .

**A** Separe el capacitor en un sistema de capacitores equivalentes



**B** Escriba el área de uno de los capacitores en términos del área del otro.

---



---



---

**C** Calcule la capacitancia de ambos capacitores.

---



---



---

**D** Calcule la capacitancia equivalente del sistema.

---



---



---

**E** Calcule la energía almacenada en ambos capacitores y la energía total.

---



---



---

**F** ¿Cuál es el porcentaje de la energía total que está almacenada en el capacitor con el dieléctrico?

---



---



---

6. Un capacitor de capacitancia  $C = 12 \mu\text{F}$  está inicialmente cargado con  $Q = 2 \mu\text{C}$ . Queremos darle una carga adicional de  $q_{\text{adic}} = 8 \mu\text{C}$  al capacitor mediante un circuito con  $R = 60 \text{ k}\Omega$  y una batería de  $9 \text{ V}$ .

**A** Para no resolver otra vez la ecuación diferencial, calcule el tiempo que le tomaría al capacitor cargarse desde cero si se hubiera cargado con el mismo circuito.

---



---



---

**B** Ahora calcule el tiempo que debería cargarse el capacitor para llegar a  $q = Q + q_{\text{adic}}$  si hubiera estado descargado al principio.

---



---



---

**C** Finalmente, calcule el tiempo necesario para cargarlo a partir de la carga  $Q$ .

---

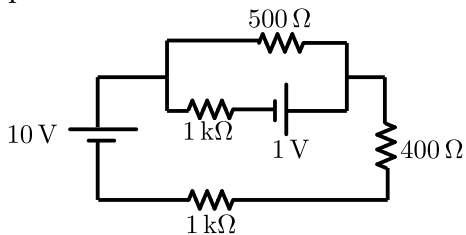


---

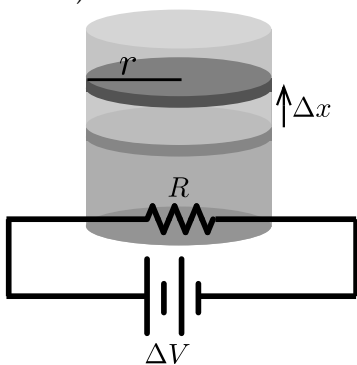


---

7. Para el circuito de la figura, calcule las corrientes para cada alambre.



8. Un pistón de radio  $r = 5\text{ cm}$  y altura inicial  $h = 10\text{ cm}$  contiene un gas monoatómico ideal a temperatura ambiente ( $20^\circ\text{C}$ ) y presión atmosférica ( $10^5\text{ Pa}$ ).



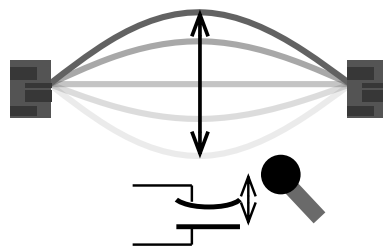
- A** Calcule el número de moles presentes en el gas.

- B** Dentro del gas se coloca un resistor de resistencia  $R = 40\ \Omega$ , conectado a una batería de  $\Delta V = 9\text{ V}$ . ¿Cuál es el calor por unidad de tiempo que recibe el gas?

- C** Si el proceso es isobárico, ¿cuál es el cambio de temperatura por unidad de tiempo?

- D** ¿Con qué velocidad se mueve el pistón?

9. El primer armónico de una onda estacionaria se forma en una cuerda de  $0.34\text{ m}$  de largo, cuya densidad de masa es  $0.004\text{ kg/m}$ . La cuerda está tensada a  $71.1\text{ N}$ .



- A** Calcule la frecuencia de la onda estacionaria en la cuerda.

- B** Si la densidad del aire es  $1.23\text{ kg/m}^3$ , la velocidad del sonido es  $340\text{ m/s}$ , y la intensidad recibida es de  $10^{-9}\text{ W/m}^2$  ( $= 30\text{ dB}$ ), calcule la amplitud de las moléculas de aire (y por ende, la amplitud del movimiento armónico simple de la placa dentro del micrófono). Sugerencia:  $I = \frac{1}{2}\rho(\omega x_{\text{max}})^2 v$

- C** Si el área del capacitor es  $A$ , calcule la capacitancia en función del tiempo. (Esta es la señal que recibirá el sistema de sonido)