CALOR Y TEMPERATURA

1.- En un lugar en que la presión atmosférica es 760 mm de mercurio, introducimos un termómetro centígrado en hielo fundente y luego en vapor de agua hirviendo. El termómetro, mal graduado, marca 2° para el primero y 102.5° para el segundo. a) ¿Qué fórmula de reducción deberemos emplear para calcular la temperatura real en todos los casos? b) Si el termómetro marca 50°, ¿cuál es la verdadera temperatura? c) ¿A qué temperatura será correcta la lectura del termómetro?

Solución: a) $\frac{T_{real}}{T_{medida} - 2} = \frac{100}{100.5}$ b) $T_{real} = 47.76$ °C c) T = -400 °C

2.- ¿A qué temperatura coinciden los valores de la escala Celsius y Fahrenheit?

Solución: $T_F = T_C = -40°$

3.- En una ocasión en la que el primer ministro británico padeció pulmonía, el diario "The Times" publicaba que el mandatario sufría fiebre de 104 grados. ¿Es posible esto?

4.- Inventamos una nueva escala lineal de temperaturas que llamamos escala X y a su unidad, grado X (°X). Tal escala se define de manera que los puntos de fusión y ebullición del agua a 1 atm sean sus puntos fijos con valores 100° X y 500° X, respectivamente. a) Deduce la relación entre la temperatura medida en dicha escala y la correspondiente en la escala Celsius. b) ¿A cuántos grados en la escala X equivale un intervalo de temperaturas de 8° C? Solución: a) $T_X = 4\ T_c + 100$ b) 32 °X

5.- Al comprobar un termómetro de mercurio, se observa que cuando se introduce en hielo fundente a presión de 1 atm marca - 5°C. Al introducir el mismo termómetro en agua hirviendo a presión de 1 atm marca 103°C. a) ¿Cuál será la temperatura real cuando este termómetro marque 28°C? b) ¿A qué temperatura medirá correctamente este termómetro? Solución: a) T = 30.55°C b) T = 62.5°C

6.- Un péndulo, que consideramos como péndulo simple, está constituido por una esfera de hierro de 100 g de masa, suspendida mediante un hilo de cobre. La distancia del punto de suspensión al centro de gravedad del péndulo es de 80 cm. Calcular: a) El periodo de ese péndulo. b) La variación que experimentará el periodo cuando la temperatura ambiente aumente 2° C (Coeficiente de dilatación lineal del cobre $\alpha = 1.7 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}). Solución: a) T = 1.79519 s b) $3 \cdot 10^{-5}$ s

7.- Un reloj de péndulo de cobre funciona correctamente a 15°C, con un periodo de 1s. Sabiendo que si el reloj funciona en un lugar cuya temperatura es 86° F, se retrasa 11 segundos cada día, se pide calcular el coeficiente de dilatación lineal del cobre. Solución: a) $\alpha = 17 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}

8.- Un anillo de acero de 75 mm de diámetro interior a 20° C ha de ser calentado e introducido en un eje de latón de 75.05 mm de diámetro a 20° C. a) ¿A qué temperatura ha de calentarse el anillo? b) ¿A qué temperatura tendríamos que enfriar el conjunto para que el anillo saliera él solo del eje?. Coeficiente de dilatación lineal del acero: $12 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}. Coeficiente de dilatación lineal del latón: $20 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}.

Solución: a) T = 75.55 °C b) T = - 63.42 °C

9.- Un herrero ha de colocar una llanta circular de hierro de 1 m de diámetro a una rueda de madera de igual diámetro. Con objeto de poder ajustarla, calienta la llanta hasta conseguir que su radio supere en dos milímetros al de la rueda. Sabiendo que: la temperatura ambiente es de 20 °C, y el coeficiente de dilatación lineal del hierro es $12.2 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}, calcúlese: a) Temperatura en grados centígrados a que debe calentarse la llanta para cumplir las condiciones expuestas. b) Expresar esta temperatura en grados Fahrenheit y Kelvin.

Solución: a) T = 347.9 °C b) T = 658.2 °F = 620.9 K

10.- Una vasija de zinc (coeficiente de dilatación lineal $29 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}), está llena de mercurio a 100 °C, teniendo entonces una capacidad de 10 litros. Se enfría hasta 10 °C. Calcular la masa de mercurio a 0°C que hay que añadir para que la vasija quede completamente llena. Coeficiente de dilatación del mercurio 182 $\cdot 10^{-6}$ °C^{-1}. Densidad del mercurio a 0 °C 13.6 g/cm^3. Solución: Masa de Hg= 1133 g

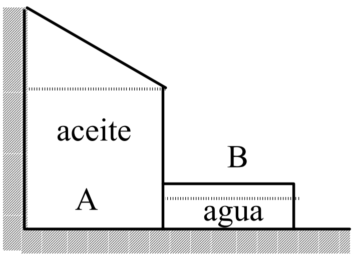
11.- ¿Qué ocurriría si utilizáramos un termómetro cuyo mercurio estuviera contenido en un recipiente que tuviera el mismo coeficiente de dilatación que el mercurio?

12.- Se mide la longitud de un varilla de madera con una regla metálica milimetrada. ¿Cuándo sería mayor la lectura de la medida en la regla, en invierno o en verano?

13.- Una varilla metálica de 30cm de longitud se dilata 0.075cm al elevar su temperatura de 0°C a 100°C. Una varilla de otro metal diferente, e igual longitud, se dilata 0.045cm para la misma elevación de temperatura. Con un trozo de cada uno de los metales anteriores, se construye una tercera varilla de igual longitud que las anteriores, la cual se dilata 0.065cm entre 0°C y 100°C. Calcula la longitud de cada trozo.

Solución: 10 cm y 20 cm

14.- Tenemos un depósito A de vidrio de volumen V_A lleno de aceite hasta el borde. Como sobradero de A, contiguo a él, hay otro depósito B de vidrio de volumen $V_B=V_A/100$, lleno de agua en sus tres cuartas partes, como muestra la figura. Todo ello a una temperatura de 10°C. ¿A partir de qué temperatura comenzará el aceite a caer al suelo?



Coeficiente de dilatación cúbica del aceite, $\beta = 6.8 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}.
Coeficiente de dilatación cúbica del agua, $\beta = 2.07 \cdot 10^{-4}$ °C^{-1}.
Coeficiente de dilatación lineal del vidrio, $\alpha = 9 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}.

Solución: T = 69.12°C

15.- Se desea construir un termómetro utilizando una ampolla de vidrio, un tubito de 0.05 mm de radio interior, y mercurio. ¿Qué volumen debe tener la ampolla a 0°C para que el intervalo de temperaturas de 0°C a 100°C abarque sobre la escala una distancia de 10 cm? Suponer que el tubito no se dilata nada en ese intervalo. Coeficiente de dilatación lineal del vidrio $\alpha = 3 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}. Coeficiente de dilatación cúbica del mercurio $\beta = 18 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}. Solución: V = 0.046 cm^3.

16.- Una ampolla de vidrio (de coeficiente de dilatación cúbica $\beta = 2.2 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}) se llena completamente con 176.2 ml de Hg ($\beta = 18 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}) a 0 °C. En la boca de la ampolla se suelda un tubo de vidrio vertical de 2.5mm de diámetro interno a 0 °C. a) ¿A qué altura llega el mercurio en el tubo cuando la temperatura del sistema se eleva a 50 °C? El cambio en el diámetro del tubo de vidrio puede despreciarse. b) Si llenamos la ampolla con aceite, éste sube por el tubo de vidrio hasta una altura de 190mm cuando la temperatura es de 8 °C. Calcula el coeficiente de dilatación cúbica, β, de este líquido.

Solución: a) Altura = 28.36 cm b) $\beta_{aceite} = 68.36 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}.

17.- Tenemos dos recipientes A y B de igual volumen V= 10 litros a 5 °C. El recipiente A es de acero, contiene acetona y está lleno en un 90% de su capacidad. El recipiente B es de vidrio, contiene gasolina y está lleno en un 95% de su capacidad. Simultaneamente y desde esos 5 °C se aumenta la temperatura de ambos recipientes y su contenido. a) ¿Qué recipiente se sobrará antes? ¿A qué temperatura ocurrirá esto? b) ¿Cuánto líquido habría que añadir inicialmente al otro recipiente para que ambos se sobraran a la vez? Coeficiente de dilatación lineal del acero: $\alpha_{acero} = 11 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}. Coeficiente de dilatación cúbica de la acetona: $\beta_{acetona} = 1.5 \cdot 10^{-3}$ °C^{-1}. Coeficiente de dilatación lineal del vidrio: $\alpha_{vidrio} = 3.2 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}. Coeficiente de dilatación cúbica de la gasolina: $\beta_{gaso} = 0.9 \cdot 10^{-3}$ °C^{-1}.

Solución: a) Se sobra antes el B a T = 64.14 ˚C b) Habría que añadir al A 0.2 lit

18.- ¿Qué longitudes deberán tener respectivamente, a 0ºC, una barra de acero y otra de cobre para que, tanto a 0ºC como a cualquier temperatura superior, la barra de acero sea 5 cm más larga que la de cobre? $\alpha_{Acero} = 1.2\ 10^{-5}$ °C^{-1}; $\alpha_{Cobre} = 1.9\ 10^{-5}$ °C^{-1}.

Solución: L_{Acero} = 13.57 cm L_{Cobre} = 8.57 cm

19.- Un termómetro de alcohol marca 8° en agua fundente y 99° en agua hirviendo. Un recipiente con paredes térmicamente aisladas contiene 2100 g de agua y 0.250 kg de hielo, todo a 0°C. Se inserta en el agua el tubo de salida de una caldera en la que hierve agua a presión atmosférica. ¿Cuántos gramos de vapor deben condensarse dentro del recipiente para elevar la temperatura del sistema de manera que el termómetro mencionado marque 38.94°? Ignorar el calor transferido al recipiente. Calor de fusión del hielo: 80 cal/g; calor de condensación del vapor: - 540 cal/g. Solución: m = 164.82 g

20.- En un recipiente se introducen 5 gramos de agua destilada a 8 °C y 24 gramos de hielo a -10 °C, de calor específico 0.5 cal/(g °C). Determinar. a) La proporción de hielo y agua cuando se alcanza el equilibrio. b) Desde qué altura debe caer una masa de 1 kg para que al ceder toda su energía a la mezcla, se funda el hielo que queda. Solución: a) $m_{agua\ liq} = 4$ g $m_{hielo} = 25$ g b) Altura = 853 m

21.- ¿Cuánto hielo a - 20 °C ha de introducirse en 0.35 kg de agua, inicialmente a 20 °C para que la temperatura final con todo el hielo fundido sea 0°C? Puede despreciarse la capacidad calorífica del recipiente. Calor latente de fusión del hielo $33.4 \cdot 10^4$ J/kg Calor específico del hielo 2000 J/(K kg). Solución: Masa de hielo = 0.0782 kg

22.- Un bloque de hielo de 10 kg de masa se encuentra a -8 °C. Determina la cantidad de agua que hay que añadir, suponiendo que ésta se encuentra a 50 °C, para obtener, al establecerse el equilibrio, una mezcla de agua y hielo, a partes iguales. Calor específico del hielo: 0.5 cal/(g °C). Solución: m = 4888.8 g

23.- En un calorímetro de aluminio de 150 g de masa hay inicialmente 180 g de agua líquida y 45g de hielo, todo a 0°C y en equilibrio térmico. Se introducen en el calorímetro 60 g de agua a 90°C. Calcula la temperatura final del sistema una vez que se haya alcanzado el equilibrio térmico, y la composición final de la mezcla. Datos: Calor latente de fusión del agua= 80 cal/g.Calor específico del aluminio= 0.215 cal/(g °C).

24.- Si varios cuerpos que tienen la misma masa pero distintos calores específicos se colocan sucesivamente junto a un mismo foco calorífico, ¿cuál de ellos alcanzará antes una misma temperatura?

25.- Un calorímetro de aluminio de 300g de masa contiene inicialmente 150g de vapor de agua a 100°C en equilibrio térmico mútuo. Se introducen en el calorímetro 1.5 kg de hielo a -30°C. Calcula: a) La temperatura final del sistema una vez que se alcance el equilibrio térmico. b) El porcentaje final de gas, líquido y sólido en el sistema. Calor específico del aluminio= 0.215 cal/(g °C). Calor específico del hielo= 0.5cal/(g°C). Calor latente de fusión del hielo= $3.33 \cdot 10^5$ J/kg. Calor latente de ebullición del agua= $2.26 \cdot 10^6$ J/kg

26.- Da una explicación física de por qué las regiones marítimas costeras tienden a tener un clima más moderado que las que se encuentran tierra adentro.

27.- Un recipiente de aluminio de 256 g contiene 206 g de nieve a -11 °C, en equilibrio térmico inicial. Se introducen en el recipiente 100 g de vapor de agua a 100°C. Calcula la temperatura final T_f y la composición (gas, líquido, sólido) de la mezcla una vez alcanzado el equilibrio térmico. Calor específico del aluminio= 0.219cal/(g °C). Calor específico del hielo= 0.5 cal/(g °C). Calor latente de fusión del hielo = 80cal/g. Calor latente de vaporización del agua= 540 cal/g.

28.- Un calorímetro de cobre de 598 g de masa contiene inicialmente 100 g de agua a 40 °C en equilibrio térmico mútuo. Se introducen en el calorímetro 500 g de hielo a -5 °C. a) Calcula la temperatura final del sistema una vez que se haya alcanzado el equilibrio térmico, y la composición final (gas, líquido, sólido) de la mezcla. Datos: Calor específico del cobre= 0.092 cal/(g °C). b) Si el volumen del calorímetro es de 2 litros a 40 °C y la temperatura final fuera de -20 °C, calcula el volumen final del calorímetro. El coeficiente de dilatación lineal del cobre es $\alpha = 17 \cdot 10^{-6}$ (°C)$^{-1}$. Solución: b) $V_f = 1.9939$ litros

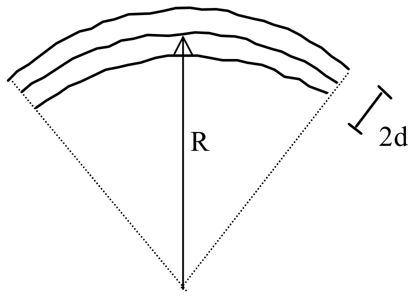
29.- Un calorímetro de aluminio de 250g de masa contiene inicialmente 300g de hielo a -20°C en equilibrio térmico mutuo. Se introducen en el calorímetro 235g de vapor de agua a 100°C. Calcula: a) La temperatura final del sistema una vez que se haya alcanzado el equilibrio térmico. b) El porcentaje final de gas, líquido y sólido en el sistema. Calor específico del aluminio= 0.215 cal/(g °C). Calor específico del hielo= 0.5 cal/(g °C). Calor latente de fusión del hielo= $3.33 \cdot 10^5$ J/kg. Calor latente de ebullición del agua= $2.26 \cdot 10^6$ J/kg

30.- Un calorímetro de aluminio de 280 g contiene inicialmente 0.6 kg de hielo a -25°C en equilibrio térmico mútuo. Se introducen en el calorímetro 10 g de vapor de agua a 100°C. Calcula: a) La temperatura final del sistema en el equilibrio térmico. b) El porcentaje final de gas, líquido y sólido en el sistema.Calor específico del aluminio = 0.215 cal/(g °C). Calor específico del hielo= 0.5 cal/(g °C). Calor latente de fusión del hielo= $3.33 \cdot 10^5$ J/kg. Calor latente de ebullición del agua= $2.26 \cdot 10^6$ J/kg

31.- a) ¿Qué masa de vapor de agua a 100°C debe inyectarse en un recipiente metálico de 30 kg de masa que contiene 100 kg de hielo a -20°C para ponerlo a la temperatura de 25°C, sabiendo que previamente se añadieron 15 kg de agua a 100°C? b) ¿En qué condiciones térmicas se encontraba el baño cuando se empezó a inyectar el vapor? Calor específico del metal: c_m = 0.2 cal/g °C. Solución: a) m = 17309 g

32.- El recipiente de la figura, de 800 g de masa, es de vidrio y tiene una capacidad de 5 litros, sin contar la boca, a 20 °C. La boca, con forma de cilindro, tiene un diámetro interno de 9 cm y una altura de 15 cm, a la misma temperatura. Se llena el recipiente con mercurio a 20 °C hasta la parte inferior de la boca, como indica la figura. Si se añaden 4 kg de mercurio a 90°C, ¿cuánto subirá en la boca el nivel del mercurio cuando todo el sistema esté en equilibrio térmico?
$\alpha_{vidrio} = 0.6 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}; $\beta_{Hg} = 18 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}; c_{vidrio} = 840 J/(kg K); c_{Hg} = 140 J/(kg K); ρ_{Hg} = 13.6 g/cm^3 (a 20°C). (NOTA: α = coeficiente de dilatación lineal, β = coeficiente de dilatación cúbica.)
Solución: 4.6 cm

33.- Una tira bimetálica está formada por dos tiras metálicas con diferentes coeficientes de dilatación lineal α_1 y α_2, cada uno con un espesor d y una longitud L_o a una temperatura T_o. Ambas tiras están unidas entre sí y, con un cambio en la temperatura ΔT, se curvan formando un arco circular, tal como se muestra en la figura. Calcular el radio de curvatura R de la línea de unión de ambas tiras. Suponer que las tiras únicamente sufren dilatación lineal (d permanece constante) y que los radios de curvatura respectivos de ambas tiras se calculan como $R_1 = R - d/2$ y $R_2 = R + d/2$ suponiendo $\alpha_1 < \alpha_2$.



$$\text{Solución: } R = \frac{d\,[2 + (\alpha_2+\alpha_1)\Delta T]}{(\alpha_2 - \alpha_1)\,\Delta T} \approx \frac{d}{(\alpha_2 - \alpha_1)\,\Delta T}$$

34.- Se dispone de un calorímetro con una mezcla de agua y hielo a partes iguales a presión atmosférica. El calorímetro posee un termómetro de vidrio con un coeficiente de dilatación lineal $\alpha_V = 4 \cdot 10^{-6}$ K^{-1}. A la temperatura de la mezcla, la separación entre cada grado celsius es de 1 mm, y el capilar de dicho termómetro tiene un diámetro interno de 0.2 mm. El equivalente en agua del calorímetro (vasija + termómetro) es igual a la masa de hielo inicial. Se añade a continuación una masa de agua líquida igual a la masa de hielo inicial, de forma que se alcanza una situación final con una temperatura de equilibrio del conjunto T = 5 °C. Calor latente de fusión = 80 cal/g. a) ¿Qué temperatura debe tener el agua que se añade ? b) Calcula el coeficiente de dilatación volumétrico β del líquido que contiene el termómetro sabiendo que este líquido ocupa un volumen inicial de 0.2 cm^3.
Solución: a) T = 100 °C b) $\beta = 1.69 \cdot 10^{-4}$ °C^{-1}

35.- Se mide la temperatura de 1.2 kg de H_2O con un termómetro de 0.033 kg de masa, y cuyo calor específico es 1070 J kg^{-1} ºC^{-1}. El termómetro marca 23.5 °C antes de introducirlo en el agua, y 57.9 °C después de alcanzar el equilibrio térmico con ésta. a) Despreciando otros posibles intercambios de energía con el exterior, determinar la temperatura del agua antes de introducir el termómetro. b) Suponer que este mismo termómetro se utiliza para medir la temperatura de 0.012 kg de agua a la misma temperatura inicial. Comentar el efecto de que puede tener este procedimiento en el valor obtenido en este caso.
Solución: a) T = 58.14 °C b) T_f = 43.83 °C

36.- Un aro de alambre de un material A, de 1 m de radio a la temperatura de 0 °C, está cruzado por dos diámetros de alambre de otro material B, perpendiculares entre sí, soldados al aro. a) ¿Seguirá siendo circular cuando su temperatura sea de 100 °C? Demostrarlo. b) Calcular la temperatura a la cual el aro se convertiría en un cuadrado. (Coeficiente de dilatación lineal del material A $\alpha_A = 12 \cdot 10^{-4}$ °C^{-1} . Coeficiente de dilatación lineal del material B $\alpha_B = 19 \cdot 10^{-4}$ °C^{-1}) . Solución: b) T = 195.2 °C

37.- En un platillo de una balanza se coloca una tara invariable y en el otro se van colocando sucesivamente los objetos y pesas necesarios para establecer el equilibrio. a) Un calorímetro cuyo equivalente en agua son 8 g y pesas por valor de 390 g. b) El mismo calorímetro con cierta cantidad de agua a 32 °C y pesas por valor de 128 g. c) El mismo calorímetro con el agua que tenía y un bloque de hielo a 0 °C y pesas por valor de 118 g. Cuando el hielo se ha fundido la temperatura del agua ha descendido a 28 °C. Deducir de estos datos el calor latente de fusión del hielo. Solución: $L_{fusión}$ = 80 cal/g

38.- Un cliente encarga a su joyero una pieza de oro de 100 g. Como sospecha que ha sido engañado, el cliente calienta la pieza a una temperatura de 75.5 °C y la introduce en un calorímetro, cuyo equivalente en agua es despreciable, que contiene 502 g de agua a 25 °C. La temperatura en el equilibrio resulta ser 25.5 °C, ¿cuánto cobre hay en la pieza? Calor específico del oro: 0.031 cal/g °C. Calor específico del cobre: 0.095 cal/g °C. Solución: m_{Cu} = 30 g

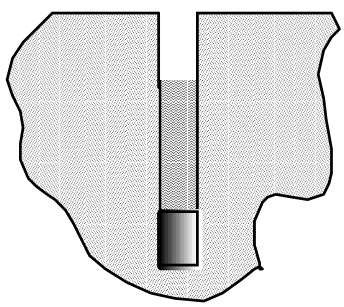
39.- Se dispone de una pieza de 1 kg compuesta por tres elementos cuyos calores específicos son c_1=0.1 cal/(gºC), c_2=0.2 cal/(gºC) y c_3=0.09 cal/(gºC). a) ¿Cuál es la proporción entre las masas de los elementos (2) y (3) si, al introducir la pieza a 120ºC en un calorímetro cuyo equivalente en agua es despreciable y que contiene 1 kg de agua, éste eleva su temperatura desde 10ºC hasta 20ºC ? b) ¿Cuál sería el valor de las masas de los elementos (2) y (3) si la del elemento (1) fuese 450 g ?
Solución: a) m_3/m_2 = 10 b) m_2 = 50 g m_3 = 500 g

40.- Se dispone de un calorímetro que contiene una masa m de hielo a presión atmosférica. El equivalente en agua del calorímetro es igual a la masa de hielo. El conjunto se halla en equilibrio térmico mútuo a una temperatura inicial de - 4 ºF. A continuación, se introduce en el calorímetro agua líquida a 90 ºC. La masa de agua líquida añadida es la octava parte de la masa de hielo inicial. Calcula la temperatura final del sistema, expresada en ºC, cuando éste alcanza el equilibrio térmico. Calor específico del hielo: 0.5 cal/(g ºC). Calor latente de fusión del hielo: 80 cal/g

41.- En un vaso que contiene una mezcla (M = 1.2 kg) de agua y hielo se introduce un bloque de cobre de 3.5 kg a una temperatura de 80 ºC. Cuando se alcanza el equilibrio, la temperatura del agua es 8 ºC. ¿Cuanto hielo había en el agua antes de introducir el bloque de cobre? Capacidad calorífica específica del cobre: 386 J/kg·K. Calor latente de fusión del hielo: $0.336 \cdot 10^6$ J/kg. Despreciar la capacidad calorífica del vaso. Solución: m_H = 0.17 kg

42.- Un matraz aforado de vidrio tiene la siguiente indicación: "1000 cm^3 " a 20 ºC. a) ¿Cuál es el volumen de agua existente en el matraz cuando se enrasa hasta la señal, siendo la temperatura del líquido y del recipiente 50 ºC? b) Supongamos que es mercurio, en vez de agua, lo que se enrasa hasta la señal a 50 ºC, ¿qué volumen ocuparía dicho mercurio si dejáramos enfriar el conjunto hasta 20 ºC? Coeficiente de dilatación lineal del vidrio $5 \cdot 10^{-6}$ ºC^{-1}. Coeficiente de dilatación cúbica del mercurio $18 \cdot 10^{-5}$ ºC^{-1}.
Solución: a) V = 1000.45 cm^3 b) V = 995.076 cm^3

43.- Para saber la temperatura de un bloque de hielo de 200 kg se introduce (ver figura) un cilindro de cobre, de 10 cm de radio y 80 cm de altura, a 186.8 °F. ¿Cuál es la temperatura inicial en grados Celsius del hielo si al llegar al equilibrio la masa de agua en fase líquida es 800 g?
Datos: c_{Cu} = 0.386 kJ/(kg K); c_{Hielo} = 1.965 kJ/(kg K);
ρ_{Cu} = 8.80 g/cm^3. Solución: T = - 18 ºC



44.- Un calorímetro de aluminio de 200 g de masa contiene inicialmente 300 g de hielo a -20 ºC en equilibrio térmico. Se introducen en el calorímetro 200 g de vapor de agua a 100 ºC. Calcular la temperatura y composición finales de la mezcla. Calor específico del hielo: 0.5 cal/(g ºC). Calor específico del aluminio: 0.215 cal/(g ºC). Calor latente de fusión del hielo: $3.3 \cdot 10^5$ J/kg. Calor latente de ebullición del agua: $2.26 \cdot 10^6$ J/kg.

45.- Por una tubería calentada en su punto medio con una llama invariable fluye agua a razón de 50 L por min. La temperatura de entrada es de 20 ºC y la de salida de 35 ºC. Otro líquido, de 800 kg/m^3 de densidad, circula a continuación por el mismo tubo calentado con la misma llama, pero con un caudal de 15 L por min. Las temperaturas en los dos extremos se estacionan ahora en 18 ºC y 68 ºC. Calcular con estos datos: a) El calor específico del líquido. b) El calor total absorbido por el líquido y el agua si el tiempo de circulación de cada uno de ellos fue de 1 hora, admitiendo que no hay pérdidas de calor.

Solución: a) c = 5225 J/(kg K) b) Q = 1.881 $\cdot 10^8$ J

PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

1.- Calcula el trabajo, en julios, que realizan 0.2 moles de un gas ideal al comprimirse reversiblemente, a una temperatura constante de 300 K desde un volumen inicial de 4 litros hasta un volumen final de 2 litros.

Solución: W= - 345.8 J.

2.- Calcula el trabajo que es realizado por 1 m^3 de agua al congelarse de manera reversible con una presión externa constante de 1 atm. Densidad del agua a 0°C: 0.99987 g/cm^3. Densidad del hielo a 0°C: 0.91674g/cm^3.

Solución: W= 9185.9 J es positivo ya que el agua se expande al congelarse.

3.- Se mantiene un gas a presión externa constante de 20 atm mientras se expande desde un volumen de $5 \cdot 10^{-3}$ m^3 hasta uno de $9 \cdot 10^{-3}$ m^3. ¿Qué cantidad de energía calorífica se debe suministrar al gas para: a) mantener su energía interna constante; b) aumentar su energía interna en la misma cantidad que el trabajo realizado? Expresar los resultados en calorías y en julios.

Solución: a) Q = 8104 J = 1938.76 cal b) Q = 16208 J = 3877.52 cal

4.- Un sistema efectúa un proceso reversible durante el cual el sistema realiza un trabajo W_{12}=-25 J, y además se extraen 10 J en forma de calor del sistema. Después del proceso anterior, el sistema regresa a su estado inicial 1 mediante un segundo proceso durante el cual se le agregan 15 J de calor al sistema. ¿Qué cantidad de trabajo realiza el sistema sobre el exterior en este segundo proceso reversible?

Solución: W_{21} = 30 J, esto es, en el 2º proceso el sistema pierde energía en forma de trabajo.

5.- En un determinado proceso reversible se suministran a un sistema 211000 J en forma de calor y al mismo tiempo éste se expande contra una presión externa constante de 6.8 atm. La energía interna del sistema es la misma al principio y al final del proceso. Halla el incremento de volumen del sistema.

Solución: ΔV = 0.306 m^3.

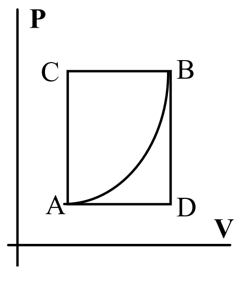
6.- Un trozo de hielo de 583 cm^3 a 0°C se funde y se calienta hasta 4°C. El proceso ocurre de manera reversible. Calcula el incremento de su energía interna. Densidad del agua a 4°C: 1 g/cm^3. Densidad del hielo: 0.917 g/cm^3. Presión exterior constante: 1 atm. Calor latente de fusión del hielo: 80cal/g. Calor específico del agua: 1 cal/(g °C).

Solución: ΔU = 187713.6 J

7.- A 100°C y a 1 atm de presión, el calor latente de ebullición del agua es de 540 cal/g. La densidad del vapor de agua en las mismas condiciones es de 0.597 kg/m^3 y la del agua 10^3 kg/m^3.¿Qué porcentaje del calor latente de ebullición se invierte en trabajo realizado y qué porcentaje en aumentar su energía interna?

Solución: Un 7.51% se invierte en el trabajo de expansión, y el resto, el 92.49% se invierte en aumentar la energía interna de la masa de agua.

8.- Cuando un sistema se lleva del estado A al estado B a lo largo de la trayectoria ACB de la figura, el sistema absorbe 80 J en forma de calor y realiza un trabajo de 30 J. a) ¿Cuánto calor absorbe el sistema a lo largo del camino ADB, si el trabajo realizado por el sistema en este proceso es de 10 J? b) El sistema regresa del estado B al estado A según la trayectoria curva. El trabajo realizado por el sistema es de -20 J. ¿Absorbe o libera calor el sistema? ¿Cuánto? c) Si U_A=0 y U_D= 40 J determina el calor absorbido en los procesos AD y DB.



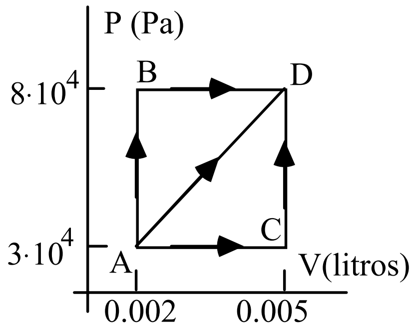
Solución: a) Q_{ADB} = 60 J b) Q_{BA} = -70 J

c) Q_{AD} = 50 J Q_{DB} = 10 J

9.- Si se hierve agua a 2 atm de presión externa, el calor latente de ebullición es $2.2 \cdot 10^6$ J/kg y el punto de ebullición es 120°C. A esa presión el volumen de 1 kg de agua es 10^{-3} m^3 y el de 1kg de vapor 0.824 m^3. Calcula: a) el trabajo realizado por 1kg de agua al pasar de manera reversible a vapor a esa temperatura de 120°C; b) el aumento de energía interna del sistema.

Solución: a) W= 166739.8 J b) ΔU= 2033260.2 J.

10.- La figura representa los procesos termodinámicos reversibles que sufre un sistema. En el proceso AB se suministran 600 J en forma de calor y en el BD 200 J. Halla: a) la variación de la energía interna en el proceso AB; b) la variación de la energía interna en el proceso ABD; c) el calor total transferido en el proceso ACD; d) el calor y el trabajo transferidos en el camino AD directo, sabiendo que a lo largo de ese camino directo AD, la presión del sistema varía según la ecuación (P y V en el S.I.):



$$P(V) = \frac{5}{3}\,10^{10}\,V - \frac{10^4}{3}$$

Solución: a) ΔU_{AB}= 600 J b) ΔU_{ABD}= 799.76 J

c) Q_{ACD}= 799.85 J d) W_{AD}= 0.165 J Q_{AD}= 799.925 J

GASES IDEALES

1.- Un gas ideal monoatómico a 12 °C, 100 kPa y 20 cm^3 sufre una compresión adiabática reversible hasta un volumen de 0.5 cm^3 . Calcula la temperatura y presión del gas en el estado final.

Solución: a) P_f = 46784283.8 Pa T_f = 3333.4 K

2.- Un gas ideal diatómico sufre una expansión adiabática reversible desde un volumen de 2 litros a presión de 2 atm y temperatura de 300 K hasta que su temperatura final es la cuarta parte de la inicial. Calcula: a) Volumen y presión finales. b) Trabajo y variación de la energía interna en la transformación.

Solución: a) V_f = 64 lit P_f = 0.0156 atm   b) W= 760 J ΔU= - W= - 760 J

3.- Un mol de oxígeno, que se encontraba a una temperatura de 290 K, sufrió una compresión adiabática reversible de tal modo que su presión aumentó 10 veces. Halla: a) la temperatura del gas después de la compresión; b) el trabajo realizado por el gas.   Solución: T = 560 K   b) W = - 5600 J

4.- Se tiene 1 g de N_2(g) (peso molecular 28) a 0 °C y 1 atm. Calcula: a) ¿Cuál es el volumen ocupado por el gas? b) Se calienta el gas isóbaramente hasta 100 °C, ¿qué cantidad de calor se necesita y cuál es el volumen final? c) A partir del mismo estado inicial se calienta isócoramente hasta 100 °C, ¿qué cantidad de calor se necesita y cuál es la presión final. d) Explica físicamente la diferencia entre las respuestas a las preguntas b) y c).   Solución: a) V= 0.8 lit   b) Q= 104 J V_f = 1.09 lit

c) Q= 74.2 J P_f = 1.37 atm

5.- Diez moles de un gas ideal diatómico se hallan a 3 atm y 27°C (estado 1). El gas describe el siguiente ciclo: (1→2) Un calentamiento isócoro hasta duplicar su presión. (2→3) Una expansión isotérmica hasta que la presión recupera su valor inicial. (3→1) Un enfriamiento isóbaro. Todos los procesos se suponen reversibles. a) Representa estos procesos en un diagrama P-V. b) Calcula los valores de P, V y T en los estados extremos 1, 2 y 3. c) Calcula el trabajo realizado por el gas, el calor intercambiado y la variación de la energía interna del gas en cada proceso del ciclo.   Solución: a) V_1= 82 lit

P_2= 6 atm V_2= 82 lit T_2= 600 K V_3= 164 lit T_3= 600 K

b) W_{12}= 0 J Q_{12}= ΔU_{12}= 62355 J W_{23}= 34555 J Q_{23}= 34555 J

ΔU_{23}= 0 J W_{31}= - 24926 J Q_{31}= - 87297 J ΔU_{31}= - 62371 J

6.- Se comprime un mol de aire reversible e isotérmicamente desde condiciones normales (1 atm y 0° C, estado 1) hasta reducir su volumen a la mitad (estado 2). A continuación se expande por vía adiabática reversible hasta recuperar su presión inicial (estado 3). Considera al aire como un gas ideal diatómico (C_{mV} = 5R/2). a) Representa estos dos procesos consecutivos en un diagrama p-V. b) Calcula los valores de p, V y T en los estados 1, 2 y 3. c) Calcula el trabajo realizado por el gas y el calor intercambiado en cada uno de los dos procesos.   Solución: b) V_1= 22.4 lit P_2= 2 atm V_3= 18.4 lit T_3= 224.4 K

c) W_{12}= Q_{12}= - 1573.2 J W_{23}= 1010.1 J Q_{23}= 0 J

7.- Tres moles de un gas ideal (no se sabe si monoatómico o diatómico) que se encontraban a una temperatura inicial (estado 1) de 273 K, se expandieron isotérmicamente de modo que su volumen aumentó en 5 veces (estado 2), y a continuación se calentaron isócoramente de forma que su presión en el estado final (estado 3) llegó a ser igual a la inicial. En el transcurso de todo el proceso, desde el estado 1 hasta el 3, se le comunicó al gas una cantidad total de calor Q = 80000 J. Calcula: a) La temperatura en el estado final. b) Representa ambos procesos en un diagrama P-V. c) El trabajo realizado por el gas y el calor intercambiado en ambos procesos. d) El valor del índice adiabático γ del gas.

Solución: a) T_3 = 1365 K   c) Q_{12} = W_{12} = 10959 J W_{23} = 0 J

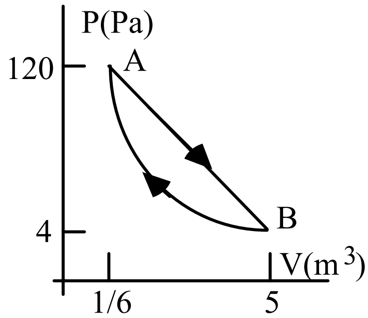
Q_{23} = 69041 J   d) γ = 1.4

8.- Un mol de un gas ideal diatómico (γ = 7/5), a partir de un estado inicial de 1atm y 27°C, realiza el siguiente ciclo: 1) Se calienta a V=constante hasta duplicar su temperatura absoluta. 2) A continuación, se expande adiabáticamente hasta la presión inicial. 3) Se cierra el ciclo mediante un proceso isobárico. Todos los procesos se suponen reversibles. Determina: a) Dibuja todos los procesos en un diagrama P-V. b) Los valores de P,V y T en cada uno de los estados extremos de los procesos. c) El calor transferido y el trabajo realizado por el gas en cada proceso del ciclo.

Solución: b) P_1= 1 atm V_1= 24.6 lit T_1= 300 K P_2= 2 atm
V_2= 24.6 lit T_2= 600 K P_3= 1 atm V_3= 40.36 lit
T_3= 492.2 K c) W_{12}= 0 J Q_{12}= 6235 J W_{23}= 2239 J
Q_{23}= 0 J W_{31}= - 1597 J Q_{31}= - 5593 J

9.- Un mol de un gas ideal monoatómico sigue un ciclo representado en la figura. Las transformaciones están regidas por las ecuaciones $P(V) = 124 - 24\ V$ y $PV= 20$ donde P y V se miden en Pa y m^3. Calcula: a) El trabajo desarrollado por el gas en cada rama del ciclo. b) El trabajo, calor intercambiados y la variación de la energía interna en el ciclo total. Solución: a) Recta W_{AB}= 299.67 J,

Isoterma W_{BA}= - 68.02 J b) ΔU_c= 0 J
W_c= 231.65 J Q_c= 231.65 J.



10.- Un mol de gas ideal diatómico ($\gamma = 7/5$) sufre una compresión adiabática reversible desde 1 atm y 2000 K hasta alcanzar una presión de 4 atm. Posteriormente, se reduce su volumen a la mitad manteniendo la presión constante y después se enfría a volumen constante hasta la presión inicial. a) Dibuja todos los procesos en un diagrama P-V. b) Calcula el trabajo y el calor intercambiados en todas los procesos.

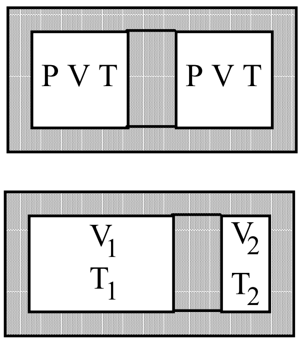
Solución: b) Q_{12}= 0 J W_{12}= - 20163.6 J Q_{23}= - 43191.6 J
W_{23}= - 12341.4 J Q_{34}= - 23137.9 J W_{34}= 0 J

11.- Un mol de gas ideal diatómico ($\gamma = 1.4$) ocupa 4 litros a 400 K. Se expansiona isotérmicamente hasta duplicar su volumen. A continuación se enfria isobáricamente hasta un cierto estado a partir del cual se comprime adiabáticamente volviendo al estado inicial. Todos los procesos se suponen reversibles. a) Dibuja el ciclo en el diagrarna P-V. b) Calcula el valor de las variables termodinámicas en los estados 2 y 3. c) Calcula el intercambio de calor y el trabajo en cada proceso del ciclo. d) Variación de la energia interna total.

Solución: b) T_2= 400 K P_2= 4.105 atm V_2= 8 lit T_3= 328.1 K
P_3= 4.105 atm V_3= 6.56 lit c) W_{12}= 2306 J Q_{12}= 2306 J W_{23}= - 598.9 J
Q_{23}= - 2092.2 J W_{31}= - 1497.4 J Q_{31}= 0 J d) ΔU_C= 0 J

12.- Se dispone de un cilindro adiabático dividido en dos partes por un émbolo también adiabático que se puede deslizar sin rozamiento como indica la figura. Inicialmente, en cada una de las dos partes se tiene un gas diatómico en las mismas condiciones de P=1atm, V= 25 lit y T= 273 K. Se aporta calor lentamente a la parte izquierda del cilindro hasta que el gas de la derecha alcanza una presión de 5 atm. Suponiendo que todo el proceso es reversible, calcula: a) El trabajo realizado por la parte derecha b) La temperatura alcanzada en la parte izquierda. c) El calor aportado a la parte izquierda.

Solución: a) W_{dcha} = - 3770 J b) T_1 = 2333.7 K
c) Q_{izq} = 50884.8 J.



13.- Se expande adiabáticamente 0.2 m^3 de $O_2(g)$ desde una presión inicial de 9.52 atm (estado 1) hasta 1 atm (estado 2). A continuación, se enfría isobáramente hasta una temperatura y volumen finales de 177° C y 500 litros (estado 3). Suponiendo al O_2 como un gas ideal diatómico (C_{mV}=5R/2) y los dos procesos reversibles: a) Representa ambas transformaciones en un diagrama P-V. b) Calcula los valores de P, T y V en los estados 1, 2 y 3. c) Calcula el trabajo realizado por el gas y la variación de la energía interna del gas en ambos procesos. Solución: b) T_1= 1713.6 K V_2= 1000 lit T_2= 900 K

c) W_{12}= 229139 J ΔU_{12}= - 229139 J W_{23}= - 50662.5 J ΔU_{23}= - 126736 J

14.- Un mol de cierto gas ideal fue calentado isobáricamente suministrándole una cantidad de calor Q= 1600 J, y provocando un aumento de temperatura de 72 K. Calcula el trabajo realizado por el gas, la variación de su energía interna y el valor de su índice adiabático γ.

Solución: W = 598.6 J $\quad$ ΔU= 1001.4 J $\quad$ $\gamma = 1.6$

15.- Dos moles de un gas ideal monoatómico C_{mv} = 3 cal/(mol K) y C_{mP} = 5 cal/(mol K), ocupan un volumen de 5 litros en un cierto estado (estado 1). El gas se dilata adiabáticamente hasta que la temperatura desciende a 300 K (estado 2). Una compresión isoterma lleva al gas hasta el volumen inicial (estado 3) y posteriormente alcanza el estado inicial mediante un calentamiento a volumen constante. En la transformación isocora el gas absorbe 1881 J. Considera todos los procesos reversibles. a) Representa el ciclo en un diagrama P-V. b) Calcula los valores de P, V y T en los estados 1, 2 y 3. c) Calcula el trabajo realizado por el gas, el calor intercambiado y la variación de energía interna del gas en cada proceso del ciclo. Solucion: b) P_1= 12.3 atm $\quad$ V_1= 5 lit $\quad$ T_1= 375 K $\quad$ P_2= 7.05 atm

V_2= 6.98 lit $\quad$ T_2= 300 K $\quad$ P_3= 9.84 atm $\quad$ V_3= 5 lit $\quad$ T_3= 300 K

b) W_{12}= 1881 J $\quad$ Q_{12}= 0 J $\quad$ ΔU_{12}= - 1881 J $\quad$ W_{23}= - 1664 J $\quad$ Q_{23}= - 1664 J

ΔU_{23}= 0 J $\quad$ W_{31}= 0 J $\quad$ Q_{31}= 1881 J $\quad$ ΔU_{31}= 1881 J

16.- Desde un estado 1 inicial, dos moles de He(g) sufren una compresión adiabática hasta alcanzar un volumen de 8 litros a una temperatura de 127 °C (estado 2). A continuación, experimentan una compresión isoterma hasta un estado final 3, a 16.4 atm. En el primer proceso, la variación en la energía interna del gas es ΔU_{12} = 3100 J. Suponiendo al He(g) como un gas ideal monoatómico (C_{mV} = 3R/2) y los dos procesos reversibles: a) Representa ambos procesos en un diagrama pV. b) Calcula los valores de P, V y T en los estados 1, 2 y 3. c) Calcula el trabajo realizado por el gas y el calor intercambiado en cada uno de los dos procesos. Solución: b) P_1= 3.23 atm $\quad$ V_1= 14 lit $\quad$ T_1= 275.7 K $\quad$ P_2= 8.2 atm

V_3= 4 lit $\quad$ c) W_{12}= -3100 J $\quad$ Q_{12}= 0 J $\quad$ Q_{23} = W_{23}= -4610.3 J

17.- Una masa de Ne (g) a 27° C ocupa un volumen de 0.5 m^3 a una presión de 2 atm en un estado inicial 1. El gas se expande adiabáticamente hasta alcanzar otro estado 2. A continuación, se comprime el gas isóbaramente hasta otro estado final 3. El trabajo realizado por el gas en el primer proceso es W_{12} = 67221 J. El calor intercambiado por el Ne en el proceso isóbaro es Q_{12} = -82547.7 J. Considerando al Ne como un gas ideal monoatómico (C_{mV} =3R/2) y los dos procesos reversibles: a) Calcula los valores de P, T y V en los estados 1, 2 y 3. b) Representa ambos procesos en un diagrama P-V. c) Calcula el trabajo realizado por el gas y la variación de energía interna del gas en el segundo proceso.

Solución: a) T_2= 167.4 K $\quad$ P_2= 0.46 atm $\quad$ V_2= 1199.5 lit $\quad$ T_3= 69.7 K

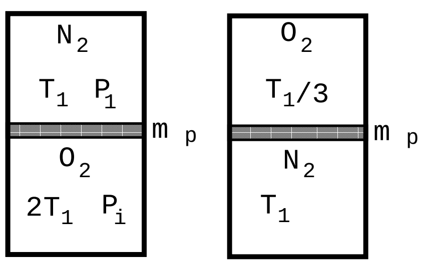
V_3= 505 lit $\quad$ c) W_{23}= - 32362 J $\quad$ ΔU_{23}= - 49529 J

18.- Un cilindro horizontal de paredes rígidas y adiabáticas contiene un pistón adiabático móvil y sin rozamiento. A cada lado del pistón hay 54 litros de un gas ideal monoatómico (C_{mV} = 3R/2), a 1 atm y 0°C. Por medio de una resistencia eléctrica se le suministra calor lentamente al gas de la izquierda hasta que el gas de la derecha se ha comprimido alcanzando una presión final de 7.59 atm. Suponienco que el proceso tiene lugar de manera reversible: a) ¿Cuál es volumen final del gas de la derecha? b) ¿Cuánto trabajo ha realizado el gas de la derecha? c) ¿Cuál es la temperatura final del gas de la derecha? d) ¿Cuál es la temperatura final del gas de la izquierda? e) ¿Cuánto calor se ha suministrado al gas de la izquierda?

Solución: a) V_{fd} = 16 lit $\quad$ b) W_d = - 10264 J $\quad$ c) T_{fd} = 614.5 K

d) T_{fiz} = 3533.4 K $\quad$ e) Q_{iz} = 108255 J

19.- Un cilindro vertical cerrado de sección A se divide en dos partes iguales por un pistón pesado, aislante y móvil de masa m_p. La parte superior contiene nitrógeno a la temperatura T_1 y presión P_1, y la parte del fondo se llena de oxígeno a la temperatura $2T_1$. El cilindro se invierte cabeza abajo. Para mantener el pistón en el medio, el oxígeno debe enfriarse a T_2=T_1/3, mientras la temperatura del nitrógeno permanece a T_1. Determinar la presiones iniciales del oxígeno, P_i, y del nitrógeno, P_1, en función de m_p, A y g.



Solución: $P_i = \dfrac{12\ m_p\ g}{5\ A}$ $P_1 = \dfrac{7\ m_p\ g}{5\ A}$

20.- En un estado 1 inicial, 0.5 moles de N_2(g) ocupan un volumen de 4 litros. Este gas sufre primero un proceso isotérmico reversible hasta alcanzar otro estado 2. A continuación, el gas experimenta un proceso adiabático reversible hasta un estado final 3 de temperatura 69.4 °C. En el primer proceso, el gas realiza un trabajo W_{12} = -1152.6 J. En el proceso adiabático, el gas realiza un trabajo W_{23} = 598.6 J. Suponiendo al N_2(g) como un gas ideal diatómico (C_{mV} = 5R/2): a) Calcula los valores de P, V y T en los estados 1, 2 y 3. b) Representa ambos procesos en un diagrama PV. c) Calcula la variación de la energía interna del gas en cada proceso. Solución: a) P_1 = 4.1 atm $T_1 = T_2$ = 400 K P_2 = 8.2 atm V_2 = 2 lit P_3 = 4.69 atm V_3 = 3 lit c) ΔU_{12} = 0 J ΔU_{23} = - 598.6 J

21.- Un gas ideal que está inicialmente a presión atmosférica y 27°C se encuentra encerrado en un cilindro que tiene un pistón móvil. Se desconoce si el gas ideal es monoatómico o diatómico. Se comprime primero el gas isotérmicamente hasta que ocupa una cuarta parte de su volumen inicial y, luego, se dilata adiabáticamente hasta su volumen inicial, siendo la presión final del gas de 0.4 atm. Suponiendo ambos procesos reversibles: a) Representa ambos procesos en un diagrama PV. b) Calcula el valor de su índice adiabático γ. c) Halla la variación de la energía interna de un mol de dicho gas.

Solución: b) γ = 1.67 gas monoatómico c) ΔU = - 2244.8 J

22.- Dos moles de un gas ideal que se encuentran inicialmente a 300 K de temperatura se enfrían isócoramente hasta que su presión disminuye a la mitad. Después, el gas se expande isóbaramente hasta que su temperatura es igual que la inicial. Calcula la cantidad de calor absorbido por el gas en todo el proceso.

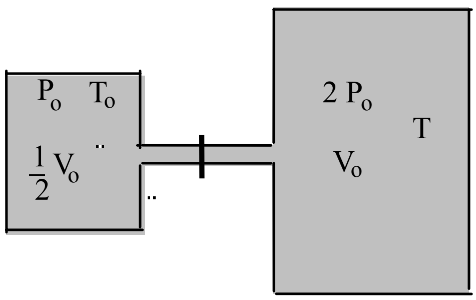
Solución: Q = 2494.2 J

23.- Cierto gas ideal que en un estado inicial 1 ocupaba un volumen de 2 litros con una presión de 10^5 Pa primero se dilata isotérmicamente hasta otro estado 2 con 4 litros. Después de esto, se enfría el gas de forma isócora hasta un estado 3 cuya presión es la mitad que la del estado 2. A continuación, el gas se dilata isóbaramente hasta un estado final 4 con volumen de 8 litros. Todos los procesos son reversibles a) Representa los tres procesos en un mismo diagrama PV. b) Calcula el trabajo realizado por el gas en cada proceso. Solución: b) W_{12} = 138.6 J W_{23} = 0 J W_{34} = 100 J

24.- Un cilindro vertical que contiene un gas ideal está cerrado por su parte superior por un pistón móvil de 8 kg y 60 cm^2 de sección. La presión atmosférica es de 100 kPa. Cuando el gas se calienta de 30°C a 100 °C, el pistón se eleva 20 cm. Entonces, el pistón se inmoviliza en esa posición y el gas se enfría nuevamente a 30 °C. Calcula el calor total intercambiado por el gas en el proceso completo. Solución: Q = 135.7 J

25.- Cada uno de los depósitos de la figura contiene n moles de un gas ideal. a) Calcula la temperatura inicial T del gas de la derecha. Da el resultado en función de T_o. b) Si se comunicaran entre sí, sin que hubiera intercambio de calor con el medio ambiente, y se alcanzara el equilibrio, ¿cuáles serían la presión y la temperatura finales? Da los resultados en función de P_o y T_o. Solución: a) $T = 4\ T_o$

b) $T_f = 5\ T_o/2$ $P_f = 5\ P_o/3$



26.- Un gas ideal diatómico, cuya densidad en condiciones normales (1 atm y 0 ºC) es ρ_o=2.23·10^{-3} g/cm^3, está contenido en un cilindro de paredes adiabáticas con un émbolo también adiabático. Inicialmente el émbolo está sujeto y el gas ocupa un volumen de 10 litros, a 10 atm y 27 ºC. La presión exterior es constante e igual a 1 atm. Se deja el émbolo en libertad y el gas se expande. Calcular: a) La temperatura final del gas. b) El volumen final del gas. c) El trabajo realizado por el exterior. d) La masa molecular del gas.

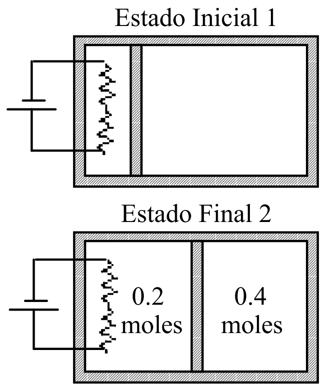
Solución: a) T_2 = 222 K b) V_2 = 74 lit c) W_{ext} = - 6483.2 J d) P_m = 50 u.m.a.

27.- Diez gramos de O_2 (g), inicialmente en condiciones normales (1 atm y 0 ºC), se comprimen de manera reversible hasta un volumen igual a $1.4 \cdot 10^{-3}$ m^3. a) Hallar la presión y temperatura del O_2 (g) después de la compresión: 1) si se comprimió isotérmicamente, 2) si se comprimió adiabáticamente. b) Hallar el trabajo de compresión realizado por el gas en cada uno de esos casos.

Solución: a1) $T_f = 273$ K $P_f = 5$ atm a2) $T_f = 520$ K
$P_f = 9.5$ atm b1) W = - 1141.6 J b2) W = - 1595.5 J

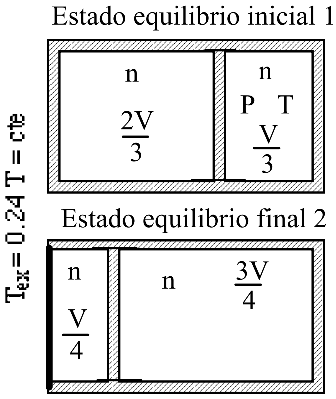
28.- En el estado D, la presión y temperatura de 2 moles de un gas ideal monoatómico son 2 atm y 360 K. El volumen del gas en el estado B es tres veces mayor que en el D y su presión es el doble que en el estado C. El gas realiza un ciclo completo, DABCD, donde las trayectorias AB y CD son procesos isotermos, y las trayectorias DA y BC son procesos isócoros. Determina: a) El trabajo total realizado por el gas. b) El calor suministrado al mismo en cada etapa. Solución: a) $W_{tot} = 6576.4$ J
b) $Q_{AB} = 13152.8$ J $Q_{BC} = - 8979.1$ J $Q_{CD} = - 6576.4$ J $Q_{DA} = 8979.1$ J

29.- Un cilindro horizontal de paredes rígidas y adiabáticas contiene un émbolo también adiabático y que se puede mover libremente sin rozamientos. En el hueco derecho hay encerrados 0.4 moles de O_2(g) y en el izquierdo 0.2 moles también de O_2(g). En el estado de equilibrio inicial 1, el gas de la izquierda solo ocupa una cuarta parte del volumen total del cilindro, y tiene una temperatura inicial T_{iz1}= - 29 ºC. El gas de la izquierda es calentado muy lentamente por medio de una resistencia eléctrica, hasta que se alcanza el estado de equilibrio final 2 en el que cada gas ocupa la mitad del volumen total del cilindro, como indica la figura. Considerando que los procesos que sufren ambos gases son reversibles, y al O_2(g) como un gas ideal diatómico, calcula: a) la temperatura inicial T_{dch1} del gas de la derecha, b) las temperaturas finales T_{iz2} y T_{dch2} de cada gas, c) el trabajo W_{dch} realizado por el gas de la derecha, y d) el calor Q_{iz} intercambiado por el gas de la izquierda.



Solución: a) $T_{dch1} = 366$ K b) $T_{dch2} = 430.4$ K $T_{iz2} = 860.8$ K
c) $W_{dch} = - 535.4$ J d) $Q_{iz} = 3100$ J

30.- Un cilindro horizontal de paredes rígidas y adiabáticas y volumen V contiene un émbolo también adiabático que puede moverse libremente sin rozamientos. En cada uno de los huecos del cilindro hay n moles del mismo gas ideal del que no se sabe si es monoatómico o diatómico (se desconoce el valor de γ). En el estado de equilibrio inicial 1 que muestra la figura, el gas de la derecha tiene una presión P, temperatura T y volumen V/3. En un momento dado, la pared izquierda del cilindro se convierte en diatérmana, produciéndose un intercambio de calor entre el gas de la izquierda y el exterior, así como una expansión del gas de la derecha hasta que se alcanza el estado de equilibrio final 2. La temperatura del exterior que es $T_{ex} = 0.24$ T permanece constante durante todo el proceso. Los procesos que sufren ambos gases son reversibles. Calcular: a) La temperatura final T_{d2} y la presión final P_{d2} del gas de la derecha. Da los resultados en función de T y P, respectivamente. b) El valor del índice adiabático γ de ese gas. c) El calor intercambiado por el gas de la izquierda. Da el resultado en función de n, R y T.



Solución: a) $T_{d2} = 0.72$ T $P_{d2} = 0.32$ P b) γ = 1.4 c) $Q_{iz} = - 5.1$ nRT

SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

1.- Una máquina térmica de Carnot cuyo foco frío está a temperatura de 280 K tiene un rendimiento del 40%. Se desea aumentar éste hasta un 50%. a) ¿Cuántos grados ha de aumentarse la temperatura del foco caliente si la del foco frío se mantiene constante? b) ¿Cuántos grados ha de disminuirse la temperatura del foco frío si la del foco caliente se mantiene constante?

Solución: a) Ha de aumentarse 93.33 K b) Ha de disminuirse 46.67 K

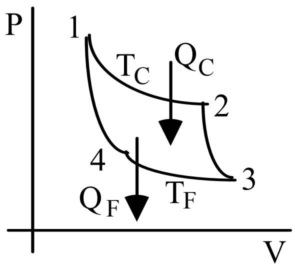
2.- Un motor de Carnot cuyo foco caliente está a 400 K toma 100 cal de dicho foco en cada ciclo, y cede 80 cal al foco frío. a) ¿Cuál es la temperatura de este último? b) ¿Cuál es el rendimiento ε del motor?

Solución: a) $T_F = 320$ K b) $\varepsilon = 0.2 = 20\%$

3.- Se sabe que un motor térmico que realiza ciclos de Carnot tiene un rendimiento de $\varepsilon = 0.38$. La temperatura del foco frío con el que trabaja es de 50°C. Si el motor absorbe 300 cal en forma de calor del foco caliente en cada ciclo, calcula: a) La temperatura del foco caliente. b) El calor cedido al foco frío en cada ciclo. c) El trabajo realizado por el motor en cada ciclo.

Solución: a) $T_C = 520.9$ K b) $Q_F = -186$ cal c) $W = 114$ cal

4.- Supón que una máquina térmica de Carnot describe el ciclo de la figura empleando un gas ideal. Demuestra que el rendimiento es igual a : $\varepsilon = 1 - \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\gamma - 1}$. Los procesos $1 \rightarrow 2$ y $3 \rightarrow 4$ son isotermos con temperaturas T_C y T_F, respectivamente. Los procesos $2 \rightarrow 3$ y $4 \rightarrow 1$ son adiabáticos.



5.- Un motor de automóvil realiza trabajo con una potencia de 30 kW cuando trabaja con un rendimiento del 30%. a) ¿Con qué potencia cede ese motor calor al foco frío? b) Si la mitad del calor cedido al foco frío, lo absorbe el circuito de refrigeración de agua del coche, calcula el flujo de agua, en kg/s, que debe tener ese circuito para que la elevación en la temperatura del agua de refrigeración sea solo de 15°C. Calor específico del H_2O(liq): $c = 4200$ J/(kg °C)

Solución: a) $P_{QF} = -70$ kW b) 0.55 kg/s

6.- Una máquina térmica de Carnot funciona entre dos focos caloríficos a las temperaturas de 400 K y 300 K. a) Si en cada ciclo el motor recibe 1200 cal del foco a 400 K, ¿cuántas calorías por ciclo cede al foco a 300 K? b) Si el motor funciona a la inversa, como frigorífico, y recibe 1200 cal del foco a 300 K, ¿Cuántas calorías cede al foco de 400 K? c) Calcula el trabajo que es necesario suministrar para hacer funcionar el frigorífico del apartado b).

Solución: a) $Q_F = -900$ cal b) $Q_C = -1600$ cal c) $W = -400$ cal

7.- Un frigorífico de Carnot toma calor de agua a 0°C y lo cede a una habitación que está a 27 °C. Supóngase que han de transformarse 50 kg de agua a 0°C en hielo a 0°C. a) ¿Cuánto calor se cede a la habitación? b) ¿Cuánta energía ha de suministrarse al frigorífico?

Solución: a) $Q_C = -4395647.8$ cal b) $W = -395647.8$ cal

8.- Un congelador fabrica cubos de hielo a razón de 5 gramos por segundo, comenzando con agua en el punto de congelación. Cede calor a una habitación a 30°C. Si el sistema utiliza un frigorífico de Carnot ideal: a) ¿Qué potencia eléctrica de alimentación requiere? b) ¿Cuánto calor por unidad de tiempo cede a la habitación?

Solución: a) $P = 183.74$ W(vatios) b) $Q_C = -443.95$ cal

9.- Una máquina irreversible opera entre dos focos a $T_C = 550$ K y $T_F = 350$ K, con una eficiencia del 25%. En cada ciclo, la máquina absorbe del foco a temperatura T_C un calor $Q_C = 1200$ J. El calor que libera la máquina en el foco a temperatura T_F es $|Q_F|$. a) Calcula el cambio en la entropía del universo (focos+máquina) por cada ciclo de operación. b) ¿Qué trabajo adicional podría realizar una máquina reversible que operase entre estos dos focos con el mismo calor absorbido en cada ciclo ? c) Demostrar que, para cada ciclo, la cantidad de trabajo no disponible debido a la irreversibilidad del proceso es igual a $(T_F \cdot \Delta S_{univ})$.

Solución: a) $\Delta S_{univ} = 0.39$ J/K b) $W_{adic} = 136$ J

10.- Dos frigoríficos funcionan entre los mismos focos térmicos. La temperatura del foco térmico frío es de T_F = -23°C. El frigorífico 1 realiza ciclos de Carnot inversos y el frigorífico 2 realiza ciclos irreversibles. En cada ciclo los calores extraídos del foco frío por cada frigorífico son Q_{F1} = 200 J y Q_{F2} = 175 J. En cada ciclo ambos frigoríficos ceden la misma cantidad de calor al foco caliente. El coeficiente de funcionamiento del frigorífico 2 es $\varepsilon_2 = 2.69$. Calcula: a) el coeficiente de funcionamiento ε_1 del frigorífico 1, b) la temperatura T_C del foco térmico caliente, c) el trabajo que se debe aportar a cada frigorífico en cada ciclo, y d) la variación de la entropía del universo (los dos frigoríficos + los dos focos) cuando ambos frigoríficos han completado un ciclo. Solución: a) $\varepsilon_1 = 5$ b) T_C = 300 K

c) W_1 = - 40 J W_2 = - 65 J d) ΔS_{univ} = 0.1 J/K

11.- Una máquina térmica irreversible funciona entre dos focos térmicos a temperaturas T_C y T_F. El rendimiento de la máquina térmica es $\varepsilon_m = 0.3$. El calor absorbido por la máquina térmica del foco caliente en cada ciclo es Q_C = 1800 J. Cada vez que la máquina térmica completa un ciclo de funcionamiento, la variación de entropía del universo (máquina térmica + los dos focos) es de 0.6 J/K. El coeficiente de funcionamiento de un frigorífico de Carnot que operara entre los dos mismo focos sería ε_f =1.5. Calcula: a) el calor Q_F cedido por la máquina al foco frío en cada ciclo, b) las temperaturas T_C y T_F de ambos focos térmicos, y c) la cantidad de trabajo que no podemos obtener de la máquina en cada ciclo debido a que se trata de una máquina térmica real.

Solución: a) Q_F = - 1260 J b) T_C = 500 K T_F = 300 K

c) W_{REAL} = 540 J W_{IDEAL} = 720 J $W_{NO\ OBTENIDO}$ = 180 J

12.- Una máquina térmica real 1 y un frigorífico de Carnot 2 funcionan entre los mismos focos térmicos. El calor absorbido por la máquina térmica 1 del foco caliente en cada ciclo es Q_{C1} = 900 J. La temperatura del foco térmico frío es de T_F = -3 °C. El frigorífico 2 y la máquina térmica 1 ceden la misma cantidad de calor en cada ciclo. El rendimiento de la máquina térmica 1 es $\varepsilon_1 = 0.25$. Cada vez que ambos dispositivos completan un ciclo de funcionamiento, la variación de entropía del universo (máquina térmica 1+ frigorífico 2 + los dos focos) es de 0.5 J/K. Calcula: a) el trabajo W_1 que realiza la máquina térmica 1 en cada ciclo, b) el calor Q_{C2} intercambiado por el frigorífico 2 con el foco caliente en cada ciclo, c) la temperatura T_C del foco térmico caliente, d) el coeficiente de funcionamiento del frigorífico 2, y e) el calor Q_{F2} intercambiado por el frigorífico 2 con el foco frío en cada ciclo.

Solución: a) W_1 = 225 J b) Q_{C2} = - 675 J c) T_C = 450 K

d) $\varepsilon_2 = 1.5$ e) Q_{F2} = 405 J

13.- Un sistema absorbe 200 J de calor reversiblemente de un foco a 300 K, y cede 100 J reversiblemente a un foco a 200 K, mientras se desplaza del estado A al B. Durante este proceso el sistema realiza un trabajo de 50 J. a) ¿Cuál es la variación de la energía interna del sistema? b) ¿Cuál es la variación de la entropía del sistema? c) ¿Cuál es la variación de la entropía del universo? d) Si el sistema evolucionara del estado A al B según un proceso no reversible, ¿cuál sería la respuesta a las preguntas a), b) y c)?

Solución: a) ΔU_{sis} = 50 J b) ΔS_{sis} = 0.167 J/K c) ΔS_{univ} = 0 J/K

d) ΔU_{sis} = 50 J ΔS_{sis} = 0.167 J/K $\Delta S_{univ} > 0$ J/K

14.- Una máquina térmica que realiza trabajo para hinchar un globo a presión atmosférica extrae 4 kJ de un foco caliente a 120 °C. El volumen del globo aumenta en 4 litros y el calor es cedido a un foco frío a la temperatura T_f. Si el rendimiento de la máquina térmica es el 50 % del correspondiente a un ciclo de Carnot que funcione entre los mismos focos: a) calcular la temperatura T_f, b) calcular la variación de entropía del universo en cada ciclo. Solución: a) T_f = 313.4 K = 40.4 °C b) ΔS_{univ} = 1.29 J/K

15.- Una máquina térmica real 1 y un frigorífico de Carnot 2 funcionan entre los mismos focos térmicos. El calor absorbido por el frigorífico 2 del foco frío en cada ciclo es Q_{F2} =756 J. La temperatura del foco térmico caliente es de T_C = 227 °C. La máquina térmica 1 y el frigorífico 2 ceden la misma cantidad de calor en cada ciclo. El coeficiente de funcionamiento del frigorífico 2 es ε_2 =1.5. El trabajo útil suministrado por la máquina térmica 1 en cada ciclo es W_1 = 540 J. Calcula: a) la temperatura T_F del foco térmico frío, b) el calor Q_{F1} cedido por la máquina térmica 1 al foco frío en cada ciclo, c) el rendimiento ε_1 de la máquina térmica 1, d) la cantidad de trabajo útil que no se puede obtener de la máquina 1 debido a que se trata de un máquina térmica real, y e) la variación de entropía del universo (máquina térmica 1+ frigorífico 2 + los dos focos) cada vez que ambos dispositivos completan un ciclo de funcionamiento.

Solución: a) $T_F = 300$ K b) $Q_{F1} = -1260$ J c) $\varepsilon_1 = 0.3$

d) $W_{NO\ OBT} = 180$ J e) $\Delta S_{univ} = 0.6$ J/K

16.- Una máquina térmica real funciona entre dos focos térmicos. El calor absorbido por la máquina del foco caliente en cada ciclo es $Q_c = 7500$ J. La temperatura del foco térmico frío es de $T_F = -18$ºC. El rendimiento de la máquina térmica $\varepsilon = 0.28$. La cantidad de trabajo extra adicional que no se puede obtener de la máquina en cada ciclo debido a que es una máquina térmica real es de 300 J. Calcula: a) el trabajo real W_{real} que realiza la máquina en cada ciclo, b) el calor Q_F cedido por la máquina al foco frío en cada ciclo, c) el rendimiento ε_{ideal} de una máquina térmica ideal que funcionara entre los mismos focos térmicos absorbiendo el mismo calor Q_c, d) la temperatura T_C del foco térmico caliente, e) la variación de la entropía del universo (focos+máquina) en cada ciclo.

Solución: a) $W_{real} = 2100$ J b) $Q_F = -5400$ J c) $\varepsilon_{ideal} = 0.32$

d) $T_C = 375$ K e) $\Delta S_{univ} = 1.2$ J/K

17.- Un bloque de aluminio de 1 kg de masa, a 100°C, se introduce en 1 kg de agua a 0°C. a) ¿Cuál es la temperatura final? b) ¿Cuál es la variación total de entropía del sistema?
Calor específico del aluminio: c = 0.215 cal/(g °C).

Solución: a) $T_f = 17.7$ °C b) $\Delta S_{sist} = 9.2$ cal/K = 38.5 J/K

18.- Se introduce una masa de 100 g de hielo a 223 K en un calorímetro perfectamente adiabático que contiene 100 g de H_2O(liq) a 323 K. El proceso ocurre isóbaramente a 1 atm, y el equivalente en agua del calorímetro es despreciable. Calcula: a) la temperatura final de la mezcla en el estado de equilibrio final. b) La variación de la entropía del universo. El calor latente de fusión del H_2O es 334 J/g, el calor específico del H_2O(liq) 4.2 J/(g K), y el del H_2O(s) 2 J/(g K). Solución: $\Delta S_{univ} = 10.1$ J/K

19.- Dos moles de un gas ideal experimentan una expansión isoterma reversible desde 0.02 m^3 hasta 0.04 m^3, a una temperatura de 300 K. ¿Cuál es la variación de entropía del gas?

Solución: $\Delta S = 11.5$ J/K

20.- Dos gases ideales diferentes ocupan recipientes distintos y están a la misma presión y temperatura. Calcula la variación de entropía del sistema cuando se ponen en comunicación ambos recipientes, suponiendo que la temperatura se mantiene constante y que ambos gases no reaccionan químicamente entre sí. Dato: $n_1 = 1$ mol, $n_2 = 3$ moles. Solución: $\Delta S_{sist} = 18.7$ J/K

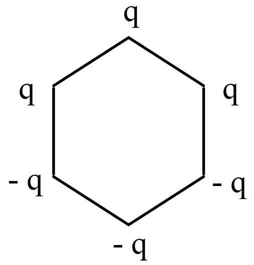
21.- Se dispone de 0.5 moles de un gas ideal diatómico que ocupan un volumen de 2 litros a 6 atm en el estado inicial 1. El gas se expande primero isóbaramente hasta un volumen doble en el estado 2. A continuación, la presión se reduce isócoramente a la mitad en el estado 3. Y finalmente el gas regresa hasta el estado inicial 1. Calcula la variación de la entropía del gas en cada uno de los tres procesos.

Solución: $\Delta S_{12} = 10.1$ J/K $\Delta S_{23} = -7.2$ J/K $\Delta S_{31} = -2.9$ J/K

ELECTROSTÁTICA

1.- Cuatro cargas puntuales de igual magnitud, $3 \cdot 10^{-6}$ C, están colocadas en las esquinas de un cuadrado de 40 cm de lado. Dos de ellas, diagonalmente opuestas, son positivas y las otras dos negativas. Hallar la fuerza sobre cada carga negativa.

Solución: F= 0.45 N está dirigida hacia el centro del cuadrado sobre la diagonal que une las cargas negativas.



2.- Calcular el campo creado en el centro del exágono regular de la figura. Lado del exágono 10 cm; $q = 10^{-5}$ C.

Solución: $E_T = 36 \cdot 10^6$ N/C y está dirigido verticalmente hacia abajo.

3.- Una carga positiva Q ha de dividirse en dos cargas positivas q_1 y q_2. Demuestra que para una separación fija, D, la fuerza ejercida por una carga sobre la otra es máxima cuando $q_1 = q_2 = Q/2$.

4.- Dos bolitas metálicas idénticas tienen inicialmente cargas q_1 y q_2. La fuerza repulsiva que ejerce una sobre la otra cuando están separadas 20 cm es de $1.35 \cdot 10^{-4}$ N. Posteriormente se ponen en contacto, tocándose la una a la otra, y se vuelven a separar a 20 cm. En esta situación final, la fuerza repulsiva es de $1.406 \cdot 10^{-4}$ N. Calcula q_1 y q_2. Solución: $q_1 = 2 \cdot 10^{-8}$ C $q_2 = 3 \cdot 10^{-8}$ C o viceversa.

5.- Dos cargas están situadas en el eje X, $q_1 = 3 \cdot 10^{-6}$ C en x = 0 y otra $q_2 = -5 \cdot 10^{-6}$ C en x = 40 cm ¿Dónde debe colocarse una tercera carga q para que la fuerza total sobre ella sea nula?

Solución: A 1.37m a la izquierda de la carga positiva.

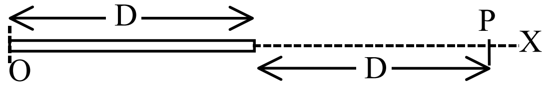
6.- Dos esferas muy pequeñas de 10 g de masa y cargadas positivamente con la misma carga q, se encuentran en los extremos de dos hilos de seda de 1 m de longitud y suspendidas del mismo punto. Si el ángulo que forma con la vertical es de 30° en la posición de equilibrio, se pide: a) Calcular el valor de la tensión de los hilos en la posición de equilibrio. b) ¿Cuál es la carga q de cada esfera? c) Si se desea que, al desaparecer una carga, la otra permanezca en la posición de equilibrio, calcular el campo eléctrico que es necesario aplicar. Solución: a) T = 0.11 N b) $q = 2.5 \cdot 10^{-6}$ C c) E = 22000 N/C

7.- Calcular la intensidad del campo eléctrico creado por el dipolo formado por una carga +q en la posición (0, a/2) y una carga -q en la posición (0, -a/2) en los puntos O de coordenadas (0, 0), P de coordenadas (x, 0) y Q de coordenadas (0, y) siendo y > a/2.

Solución: $\mathbf{E}_O = -\dfrac{8kq}{a^2}\,\mathbf{j}$ $\quad \mathbf{E}_P(x) = -\dfrac{8\,k\,q\,a}{(4x^2 + a^2)^{3/2}}\,\mathbf{j}$ $\quad \mathbf{E}_Q(y) = \dfrac{32\,k\,q\,a\,y}{(4y^2 - a^2)^2}\,\mathbf{j}$

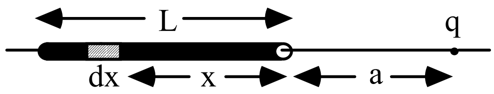
8.- Un anillo de radio a, está cargado con una densidad lineal de carga uniforme, λ. Colocamos en un punto de su eje, y a una distancia b una carga Q. Calcula, en función de estos datos, la fuerza que actúa sobre esta carga. Solución: $F = \dfrac{\lambda\, Q\, b\, a}{2\,\varepsilon_o \sqrt{(a^2 + b^2)^3}}$ y es paralela al eje del anillo.

9.- Una varilla de longitud D está cargada **no** uniformemente con una densidad lineal de carga positiva $\lambda(x)= A(2D-x)$, donde A es una constante. El punto P está situado a una distancia D del extremo derecho de la varilla como indica la figura. Calcula: a) El campo eléctrico creado por la varilla en el punto P. b) El potencial eléctrico creado por la varilla en el punto P.



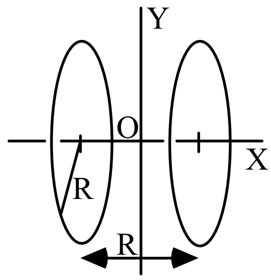
Solución: a) E = k A ln(2) = 0.69 k A b) V = k A D

10.- Calcular la fuerza que ejerce una varilla de longitud L, cargada con una densidad lineal de carga λ, sobre una partícula con una carga q situada en la misma línea de la varilla y a una distancia a de su extremo.



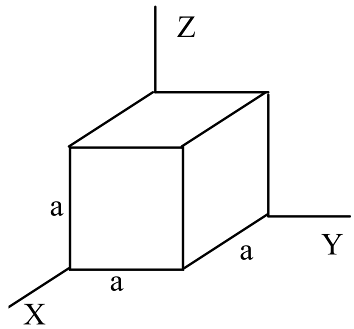
Solución: $F = k \dfrac{\lambda\, q\, L}{a(a + L)}$

11.- Dos anillos cargados, de radio R, están separados a una distancia R, como indica la figura. Si la carga de cada anillo es Q, calcula el campo eléctrico E a lo largo del eje X en función de x, Q y R.



Solución: $E(x)= kQ \left\{ \dfrac{x + R/2}{[R^2 + (x + R/2)^2]^{3/2}} + \dfrac{x - R/2}{[R^2 + (x - R/2)^2]^{3/2}} \right\}$

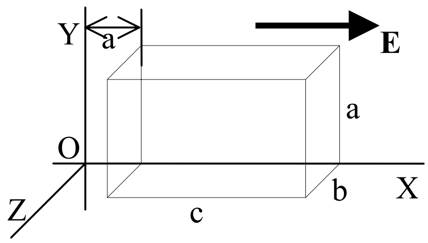
12.- El campo eléctrico de una región del espacio viene definido por sus componentes: $E_x= c\, x^2$, $E_y= 0$ y $E_z= 0$. Halla: a) El flujo que atraviesa hacia afuera la superficie del elemento cúbico de la figura. b) ¿Cuál es la carga neta positiva dentro del elemento? c) Repetir el problema con los siguientes datos $E_x= y$, $E_y= x$ y $E_z= 0$.



Solución: a) $\Phi= ca^4$ b) $q= \varepsilon_o ca^4$

c) $\Phi= 0$ y por lo tanto $q= 0$

13.- Una superficie cerrada está localizada como muestra la figura. El campo eléctrico a través de la región no es uniforme, y está dado por la expresión: $\mathbf{E}= (3 + 2x^2)\mathbf{i}$. Calcula: a) El flujo eléctrico neto que atraviesa la superficie cerrada. b) La carga eléctrica neta que está encerrada por la superficie.



Solución: a) $\Phi = 2abc(2a+c)$ b) $q= 2abc(2a+c)\varepsilon_o$.

14.- Un cilindro infinito de radio R está relleno de carga eléctrica positiva con una densidad cúbica constante igual a ρ. Calcula la intensidad de campo eléctrico creado por esa distribución de carga en puntos situados a una distancia r del eje del cilindro en los casos: a) $r \leq R$, y b) $r \geq R$. Solución: a) $E(r) = \dfrac{\rho\, r}{2\varepsilon_o}$ b) $E(r) = \dfrac{\rho\, R^2}{2\varepsilon_o\, r}$

15.- Dos conductores esféricos concéntricos de radios R_1 y R_2, siendo $R_1 < R_2$, tienen cargas q_1 y q_2 respectivamente. Hallar a) Campo eléctrico en el interior de R_1. b) Campo eléctrico en la superficie de R_1. c) Campo eléctrico entre las dos superficies. d) Campo eléctrico en la superficie de R_2. e) Campo eléctrico en el exterior. Solución: a) $E(r)= 0$ para $r<R_1$ b) $E(R_1)= \dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_o R_1{}^2}$

c) $E(r)= \dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_o r^2}$ para $R_1<r<R_2$ d) $E(R_2)= \dfrac{q_1+q_2}{4\pi\varepsilon_o R_2{}^2}$

e) $E(r)= \dfrac{q_1+q_2}{4\pi\varepsilon_o r^2}$ para $r>R_2$

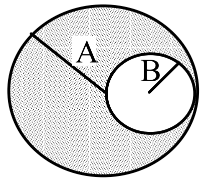
16.- Una esfera de radio R=0.5m posee una densidad volúmica de carga proporcional a la distancia al centro, $\rho(r) = Kr$ para $r \leq R$, siendo K una constante de valor $K=10^{-5}\ C/m^4$. Calcula: a) La carga total Q de la esfera. b) El campo eléctrico fuera de la esfera. c) El campo eléctrico en el interior de la distribución.

Solución: a) $Q = 1.963 \cdot 10^{-6}$ C b) $E(r) = 17667/r^2$ N/C dirección radial

c) $E(r) = 10^{-5}\, r^2/(4\varepsilon_o)$ N/C dirección radial (para $r \leq R$)

17.- Una bola conductora, de radio R, posee una densidad superficial de carga σ positiva. Rodeando a ésta hay una esfera hueca, también conductora, dotada de una carga - Q, siendo su radio interior 3R/2 y su radio exterior 2R. El sistema formado por los dos conductores está en equilibrio electrostático. Calcula densidad superficial de carga de la cara externa de la esfera hueca. Solución: $-Q/(16\pi R^2) + \sigma/4$

18.- Una esfera no conductora, de radio A, tiene un hueco esférico de radio B como indica la figura, (2B=A). La esfera contiene una densidad de carga uniforme ρ>0. Demostrar que el campo eléctrico en el hueco es uniforme y viene dado por $E_x = \rho b/(3\varepsilon_o)$, $E_y = 0$ N/C. Pista: la cavidad es equivalente a dos esferas iguales superpuestas de radio B con igual densidad de carga ρ, una positiva y la otra negativa.

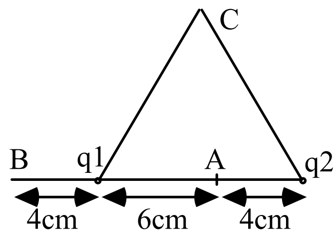


19.- Una pequeña esfera cuya masa es de 0.1 g es portadora de una carga de $3\cdot10^{-9}$C y está atada en el extremo de un hilo de seda de 5 cm de longitud. El otro extremo del hilo está sujeto a una gran lámina vertical conductora que tiene una densidad de carga de $\sigma = 25\cdot10^{-7}$ C/m^2. Hallar el ángulo α que formará el hilo con la vertical. Solución: α= 23.4°

20.- Dos cargas positivas puntuales de magnitud q están situadas sobre el eje Y, en las posiciones y= a; y = - a. Se pide: a) Probar que $V(x)=\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{2q}{\sqrt{a^2+x^2}}$. b) ¿Para qué valor de x el potencial vale la mitad que en el origen? c) ¿Cuál es el valor del campo eléctrico a lo largo del eje X?

Solución: b) Para $x = \pm a\sqrt{3}$ c) $E(x)=\frac{2q}{4\pi\varepsilon_o}\frac{x}{\sqrt{(a^2+x^2)^3}}$ y con dirección paralela al eje X.

21.- Dos cargas puntuales, de $q_1 = 12\cdot10^{-9}$ C y $q_2= -12\cdot10^{-9}$ C, están separadas 10 cm como indica la figura. Se pide: a) Hallar los potenciales en los puntos A, B y C. b) ¿Cuál es la diferencia de potencial entre los puntos A y B. c) ¿Qué trabajo sería necesario para llevar una carga puntual, de $4\cdot10^{-9}$ C, desde A hasta B, sin variar su energía cinética? El triángulo es equilátero.



Solución: a) $V_A = -900$ V $V_B = 1928.6$V

$V_C = 0$ V b) $V_{AB} = V_A - V_B = -2828.6$ V c) $W = 1.13\cdot10^{-5}$ J

22.- Supongamos que pasa carga eléctrica desde una esfera conductora A de radio 1cm, sostenida por un soporte aislador, a otra esfera B de radio 10 cm sostenida de igual modo, efectuándose la conexión mediante un hilo fino en el que se puede despreciar la carga que queda sobre él. Si se da inicialmente a la esfera más pequeña una carga de 10^{-8} C. a) ¿Cuál es la carga sobre cada esfera?. b) ¿Cuál es la densidad superficial de carga de cada esfera? Suponer que ambas esferas se encuentran muy alejadas entre sí.

Solución: a) $Q_A = 9.09\cdot10^{-10}$ C $Q_B = 9.1\cdot10^{-9}$ C

b) $\sigma_A = 7.23\cdot10^{-7}$ C/m^2 $\sigma_B = 7.24\cdot10^{-8}$ C/m^2

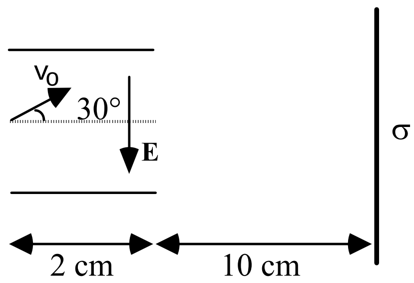
23.- En los vértices de un cuadrado de lado $2\cdot10^{-9}$ m se colocan cuatro protones. Otro protón está inicialmente sobre la perpendicular al cuadrado por su centro, a una distancia de $2\cdot10^{-9}$ m: a) Hallar la velocidad inicial mínima que necesita el protón para llegar al centro del cuadrado. b) Calcular sus aceleraciones inicial y final. c) Describir el movimiento en el caso de que la velocidad inicial sea mayor o menor que la encontrada en (a).

Solución: a) $v_{i\,min} = 18153.2$ m/s b) $a_i = 7.53\cdot10^{16}$ m/s^2 $a_f = 0$ m/s^2

24.- Una partícula de masa m = 0.0002 g y carga $q= 10^{-7}$ C, se lanza desde el infinito, con una velocidad inicial de 2 km/s hacia el centro de una esfera conductora cargada con una densidad superficial $\sigma = 10^{-3}/\pi$ C/m^2. El radio de la esfera es de 1m. a) Calcula a qué distancia de la esfera se detiene la partícula. b) Calcula la aceleración de la carga q en el punto en que ésta se detiene.

Solución: a) A 9m del centro de la esfera. b) $a = 2.2\cdot10^5$ m/s^2

25.- Aceleramos un protón mediante una diferencia de potencial de -1000 V y lo introducimos entre dos placas planas y paralelas, tal y como indica la figura. Entre las placas existe un campo eléctrico de 5000 N/C. Hallar: a) Altura máxima que alcanzará el protón cuando se encuentre entre las placas paralelas. b) Velocidad de salida de entre las placas. c) Al abandonar la influencia de las placas, cae en la zona de influencia de una placa plana cargada con una densidad de carga σ y situada como indica la figura. Hallar el valor de σ para que el protón no choque con la placa y dibujar la trayectoria completa del protón.

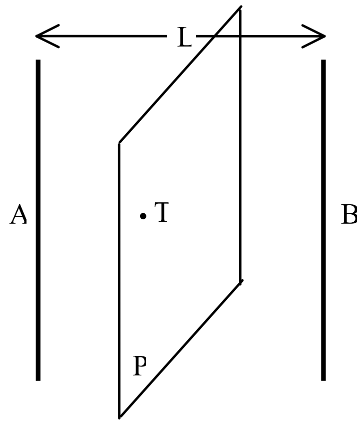


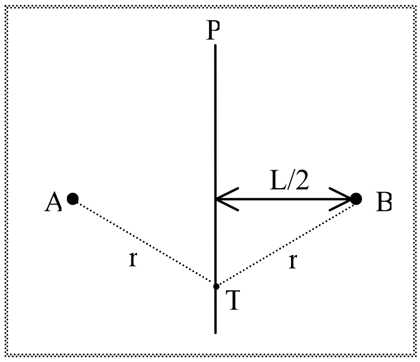
Solución: a) $h_{max} = 0.01$m b) $v_y = 191912.4$ m/s $v_x = 375734$ m/s

$v = 421908.6$ m/s de manera que forma un ángulo $\alpha = 27°$ con la horizontal

c) $\sigma = 1.33 \cdot 10^{-7}$ C/m^2

26.- Dos hilos A y B infinitamente largos y paralelos entre sí, están cargados positivamente con una densidad lineal de carga λ constante. La distancia de separación entre los hilos es L. El plano P es el plano de simetría de este sistema y equidistante a ambos hilos, como indica la figura. a) Calcula la intensidad del campo eléctrico total creado por ambos hilos en un punto genérico T situado en el plano P y a una distancia r de ambos hilos. Da el resultado en función de la constante de Coulomb k, las distancias L y r, y la densidad lineal λ. b) ¿A qué distancia r de los hilos es máximo el campo eléctrico total dentro de dicho plano P? c) Calcula el valor de ese campo eléctrico máximo en el plano P.





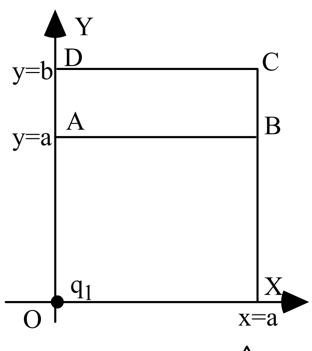
CORTE TRANSVERSAL

Solución: a) $E(r) = 4k\,\lambda \dfrac{\sqrt{r^2 - L^2/4}}{r^2}$ b) $r = \dfrac{L}{\sqrt{2}}$ c) $E_{max} = \dfrac{4\,k\,\lambda}{L}$

27.- Disponemos de un hilo recto infinito con una densidad de carga positiva λ. A una distancia d se sitúa una carga positiva q. Calcular los puntos del espacio donde la intensidad del campo eléctrico total sea cero. Solución: A una distancia r del hilo $r = d + \dfrac{q}{4\lambda}\left[1 - \sqrt{1+\dfrac{8\lambda d}{q}}\right]$

28.- Calcular el trabajo realizado por el campo eléctrico que crea la carga $q_1>0$ para desplazar otra carga $q_2>0$ desde A hasta B (de forma directa según indica la figura). ¿ Y cual será el trabajo que deberíamos hacer para llevar q_2 desde B hasta A por la trayectoria (B, C, D, A) sin variar su energía cinética ?

Solución: $W = \left(1- \dfrac{1}{\sqrt{2}}\right) k \dfrac{q_1\, q_2}{a}$

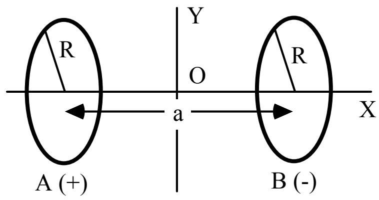


29.- Calcula la carga neta q almacenada en una zona del espacio delimitada por una superficie esférica de radio R, centrada en el origen, si la intensidad del campo eléctrico en todo el espacio es $\mathbf{E} = c\,\hat{\mathbf{r}}$ donde c es una constante positiva y $\hat{\mathbf{r}}$ es el vector unitario radial.

Solución: $q = 4\pi\varepsilon_o c R^2$.

30.- Una esfera dieléctrica de radio R y cargada con densidad de carga ρ, está rodeada por una corteza esférica metálica de grosor d. Calcula las densidades superficiales de carga en la cara exterior e interior de la corteza metálica para que, en equilibrio electrostático, el campo eléctrico sea nulo en cualquier punto exterior a ambas distribuciones de carga. Solución: $\sigma_{int} = - R\rho/3$ $\sigma_{ext} = 0$

31.- Se tienen dos anillos iguales A y B de alambre fino y de radio R. Los ejes de ambos anillos coinciden con el eje X y se encuentran fijos situados simétricamente respecto al eje Y, como indica la figura. Los dos anillos están cargados de manera uniforme con cargas iguales y opuestas, $q_A = q$ y $q_B = - q$. Los centros de ambos anillos se hallan separados una distancia $a = \sqrt{3}\ R$. Se coloca en el origen O una partícula de masa m y carga Q positiva inicialmente en reposo y en ausencia de gravedad. Calcula la velocidad con que esta partícula llegará al centro de uno de los anillos. Da el resultado en función de q, Q, m, R y la constante de Coulomb k.



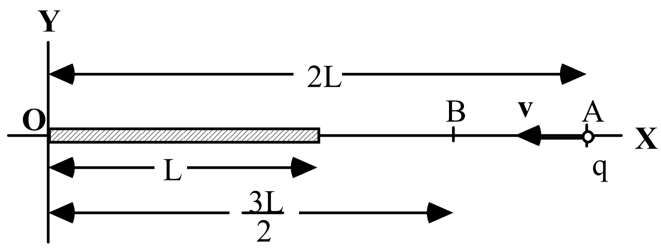
Solución: $v_f = \sqrt{\dfrac{k\,Q\,q}{m\,R}}$

32.- a) Calcula el potencial eléctrico V(x) en los puntos del eje X de un anillo circular de radio R cargado uniformemente con una densidad lineal de carga λ constante positiva. b) A partir de V(x), calcula el vector campo eléctrico **E**(x) en puntos del eje X del anillo. c) Calcula directamente el vector campo eléctrico **E**(x) en puntos del eje X del anillo, y compara el resultado con el del apartado anterior.

Solución: a) $V(x) = \dfrac{k\,2\pi R\,\lambda}{\sqrt{R^2 + x^2}}$ b) y c) $\mathbf{E}(x) = \dfrac{k\,2\pi R\,\lambda\,x}{(R^2 + x^2)^{3/2}}\ \mathbf{i}$

33.- Se tiene un plano infinito de densidad superficial de carga σ colocada perpendicular al eje x y a una distancia d del origen. En el origen, y conectada a un muelle de constante elástica K y longitud natural cero, se encuentra una carga q positiva que inicialmente se encuentra en reposo. A partir de ese instante inicial, se deja evolucionar líbremente la carga. Calcular el valor mínino de σ y su signo, para que la carga llegue a tocar el plano de carga. Solución: $\sigma_{min} = (K\,d\,\varepsilon_o)/q$ negativa

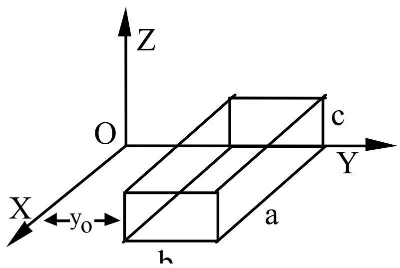
34.- Una barra de longitud L está cargada positivamente de manera uniforme con una densidad lineal de carga λ constante. La barra está fija en el eje X como indica la figura. Una partícula puntual de masa m y carga q positiva parte del punto A hacia la barra con una velocidad inicial **v**. Calcula la densidad lineal máxima, λ_{max}, que puede tener la barra de forma que la carga q llegue a alcanzar el punto B. Da el resultado en función de la constante de Coulomb k, m, v y q.



Solución: $\lambda_{max} = \dfrac{m\,v^2}{2\,q\,k\,\ln(3/2)} = 1.23\,\dfrac{m\,v^2}{q\,k}$

35.- En la superficie cerrada de la figura, a = 0.5 m, b = 0.4 m, c = 0.3 m, y_o = 0.2 m. El campo electrostático en que está sumergida esta superficies no es homogéneo y viene dado en el S.I. por $\mathbf{E} = (4 + 3\,y^2)\mathbf{j}$. Determinar la carga neta q encerrada en la superficie.

Solución: $q = 3\,abc\,(b + 2y_o)\,\varepsilon_o$

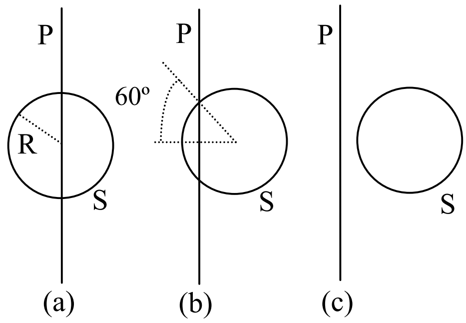


36.- Una carga -q está situada en x = -1 m y otra carga 3q está en x = 3m. Determinar: a) el potencial en el punto x = 2 m; b) el potencial en el punto x = -2 m; c) el punto del eje Y donde el potencial es nulo. Las cargas vienen dadas en culombios.

Solución: a) V = 8 k q/3 V   b) V = -2 k q/5 V   c) y = 0

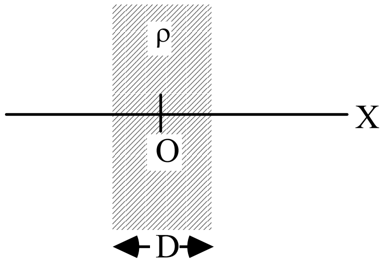
37.- Calcular el flujo del campo eléctrico creado por un plano infinito P con una densidad superficial de carga constante σ, a través de una superficie esférica S de radio R, en cada una de las posiciones mostradas en la figura.

Solución: a) $\Phi = (\sigma\pi R^2)/\varepsilon_o$ b) $\Phi = (3\sigma\pi R^2)/(4\,\varepsilon_o)$
c) $\Phi = 0$

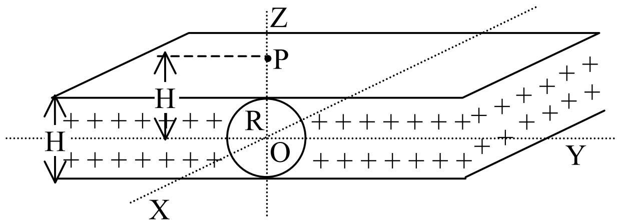


38.- Una distribución continua de carga está formada por una pared infinita de espesor D. La pared es paralela al plano YZ, y el origen O está situado en el centro de la pared como indica la figura. La pared tiene una densidad volumétrica de carga positiva ρ constante. Calcula la intensidad del campo eléctrico creado por esa distribución de carga en puntos situados: a) en el interior de la pared, y b) en el exterior de la pared. Da los resultados en función de la distancia x al origen O.

Solución: a) $E(x) = \rho\, x/\varepsilon_o$ b) $E = \rho\, D/(2\,\varepsilon_o)$

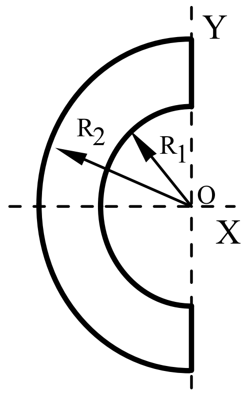


39.- Una lámina infinita no conductora de espesor H está cargada uniformemente con una densidad cúbica de carga constante positiva ρ. El plano XY es paralelo a la lámina y está situado en el punto medio de la misma. Dentro de la lámina existe una cavidad esférica vacía de radio R = H/2 como indica la figura. El centro de la cavidad coincide con el origen O. Calcula la intensidad del campo eléctrico creado por la lámina en el punto P situado en el eje Z a una distancia H del origen. Da el resultado en función de ρ, H y ε_o.   Solución: $\mathbf{E_P} = (11\,\rho\, H)/(24\,\varepsilon_o)\,\mathbf{k}$

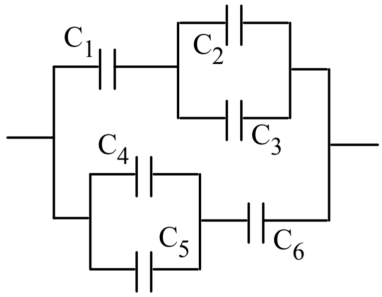


40.- El alambre de la figura está cargado con una densidad lineal de carga uniforme λ. Obtener el campo y el potencial eléctricos en el punto O.

Solución: $\mathbf{E_o} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_o}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)\mathbf{i}$ $V_o = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_o}\left[\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) + \pi\right]$



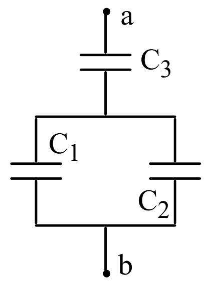
CONDENSADORES Y DIELÉCTRICOS



1.- Calcula la capacidad equivalente de la combinación de condensadores de la figura. $C_1 = 4\ \mu F$, $C_2 = 1\ \mu F$, $C_3 = 3\ \mu F$, $C_4 = 6\ \mu F$, $C_5 = 2\ \mu F$, $C_6 = 8 \mu F$. Solución: $C_{eq} = 6\ \mu F$

2.- Una balanza de brazos iguales está en equilibrio. Uno de sus dos platillos metálicos tiene una área de 200 cm^2 y está situado a 1cm por encima de una lámina metálica horizontal unida a tierra. Entre el platillo y la lámina se establece una diferencia de potencial de 100 V. Calcula: a) La capacidad del condensador formado por el platillo y la lámina. b) Los gramos que hay que cargar en el otro platillo de la balanza para restablecer el equilibrio. c) La carga eléctrica que adquiere el platillo.

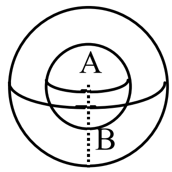
Solución: a) $C = 1.77 \cdot 10^{-11}$ F b) $m = 9.04 \cdot 10^{-4}$ g c) $Q = 1.77 \cdot 10^{-9}$ C



3.- Considera la asociación de condensadores de la figura con $C_1 = 2.9\ \mu F$, $C_2 = 1.8\ \mu F$, $C_3 = 2.4\ \mu F$, y con una diferencia de potencial entre los extremos del conjunto de $V_b - V_a = V = 53$ V. Calcula: a) la capacidad equivalente del conjunto, b) la diferencia de potencial entre los extremos de cada condensador, y c) la carga de cada condensador.

Solución: a) $C_{eq} = 1.6\ \mu F$ b) $V_1 = V_2 = 18$ V $V_3 = 35$ V

c) $Q_1 = 52\ \mu C$ $Q_2 = 32\ \mu C$ $Q_3 = 84\ \mu C$

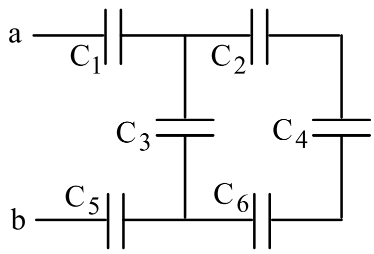


4.- Calcula la capacidad de un condensador esférico formado por un conductor esférico central de radio A y una corteza esférica conductora externa de radio B.

Solución: $C = \dfrac{A\,B}{k\,(B - A)}$

5.- Hallar la altura, h, que debe tener un condensador cilíndrico cuyas armaduras interna y externa tienen radios de 30 y 60 cm, respectivamente, para que su capacidad sea la misma que la de un condensador esférico cuyas armaduras tengan los mismos radios que las del condensador cilíndrico.

Solución: h = 83.17 cm



6.- En el circuito de la figura $C_1 = C_2 = C_5 = C_6 = 2\ \mu F$, $C_3 = C_4 = 4\ \mu F$ y $V_{ab} = 870$ V. Calcula: a) La capacidad equivalente de la red comprendida entre a y b. b) La carga eléctrica en cada condensador. c) La caída de tensión en cada condensador.

Solución: a) $C_{eq} = 8.27 \cdot 10^{-7}$ F b) $Q_1 = Q_5 = 7.2 \cdot 10^{-4}$ C

$Q_3 = 6 \cdot 10^{-4}$ C $Q_2 = Q_4 = Q_6 = 1.2 \cdot 10^{-4}$ C

c) $V_1 = V_5 = 360$ V $V_2 = V_6 = 60$ V $V_3 = 150$ V $V_4 = 30$ V

7.- Un condensador $C_1 = 1 \mu F$ y otro $C_2 = 2 \mu F$ se conectan en serie a una red de suministro de 1000 V. a) Calcula la carga de cada condensador y la diferencia de potencial entre las armaduras de cada uno de ellos. b) Los condensadores, una vez cargados, se desconectan de la red y se vuelven a conectar, ellos entre sí, con las armaduras del mismo signo unidas. Calcula la carga y el voltaje final en cada uno de ellos. c) Si se desconectan de la red, y en lugar de unir las armaduras del mismo signo, se unen las de signo contrario, calcula la carga final de cada uno de ellos y la diferencia de potencial entre las armaduras. d) Repite el problema si los condensadores se hubieran conectado inicialmente en paralelo a la misma red de suministro y, luego se conectasen las armaduras de distinto signo juntas.

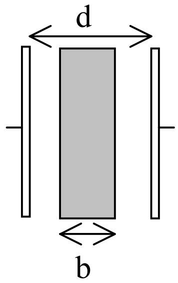
Solución: a) $Q_1 = Q_2 = 666.67 \cdot 10^{-6}$ C $V_1 = 666.67$ V $V_2 = 333.33$ V

b) $Q_1 = 444.45 \cdot 10^{-6}$ C $Q_2 = 888.9 \cdot 10^{-6}$ C $V_1 = V_2 = 444.45$ V

c) $Q_1 = Q_2 = 0$ C $V_1 = V_2 = 0$ V d) $Q_1 = 3.33 \cdot 10^{-4}$ C

$Q_2 = 6.67 \cdot 10^{-4}$ C $V_1 = V_2 = 333.33$ V

8.- El área de las placas de un condensador plano es A y la distancia entre ellas es d. Entre las placas se introduce una lámina metálica de espesor b. Esta lámina se encuentra situada en la mitad de la distancia d entre las placas del condensador, como indica la figura. Calcula la capacidad del condensador después de introducir la lámina metálica.



Solución: $C = A\,\varepsilon_o/(d - b)$

9.- Un condensador de 20 μF se carga a una diferencia de potencial de 1000 V. Una vez cargado, el condensador se separa de la batería. A continuación, las armaduras del condensador cargado se conectan a las de otro condensador descargado de 5 μF. Calcula: a) La carga inicial del sistema. b) La diferencia de potencial final entre las armaduras de cada condensador. c) La energía final del sistema. d) La disminución de la energía cuando se conectan los condensadores.

Solución: a) $Q = 2 \cdot 10^{-2}$ C b) $V = 800$ V c) $E_f = 8$ J

d) $\Delta E = E_f - E_i = 8 - 10 = -2$ J

10.- Estableciendo una diferencia de potencial de 5000 V entre las placas de dos condensadores montados en paralelo, la energía electrostática total es de $9 \cdot 10^3$ ergios, y montados en serie entre la misma tensión es de $2 \cdot 10^3$ ergios. Calcular: a) La capacidad de cada uno de los condensadores. b) La diferencia de potencial y la carga de cada condensador cuando están montados en serie y cuando están montados en paralelos. Solución: a) $C_1 = 48 \cdot 10^{-12}$ F = 48 pF b) $C_2 = 24 \cdot 10^{-12}$ F = 24 pF

b) En paralelo, $Q_1 = 24 \cdot 10^{-8}$ C $Q_2 = 12 \cdot 10^{-8}$ C $V_1 = V_2 = V = 5000$ V

En serie, $V_1 = 1666.67$ V $V_2 = 3333.33$ V $Q_1 = Q_2 = 8 \cdot 10^{-8}$ C

11.- Dos condensadores idénticos, de capacidad C, están cargados y aislados. El primero tiene una diferencia de potencial entre sus armaduras V_o y el siguiente V'_o. Si se unen las armaduras positivas entre sí e igualmente se conectan las negativas, calcular: a) Las cargas y diferencias de potencial en cada condensador. b) La variación de energía electrostática al efectuar el montaje indicado. c) Repetir el problema si, partiendo del mismo estado inicial, se conectan la armadura positiva del primero con la negativa del segundo, y la positiva de éste con la negativa de aquél.

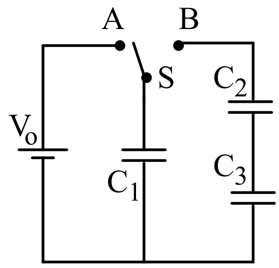
Solución: a) $Q_f = Q'_f = C\,(V_o + V'_o)/2$ $V_f = V'_f = (V_o + V'_o)/2$

b) $\Delta E = E_f - E_o = -\dfrac{C\,(V_o - V'_o)^2}{4}$ c) Suponiendo $V_o > V'_o$

$V_f = V'_f = (V_o - V'_o)/2$ $Q_f = Q'_f = C\,(V_o - V'_o)/2$

$\Delta E = E_f - E_o = -\dfrac{C\,(V_o + V'_o)^2}{4}$

12.- En la figura el condensador 1 está inicialmente cargado a una diferencia de potencial V_o al estar el interruptor S en la posición A. Se cambia el interruptor a la posición B. Sabiendo que $C_2 = 2C_1$ y que $C_3 = 3C_1$, calcula la carga final, la diferencia de potencial final entre sus extremos y la energía almacenada en cada uno de los tres condensadores. Da las respuestas en función de V_o y C_1.



Solución: $Q_1 = \dfrac{5\,C_1\,V_o}{11}$ $Q_2 = Q_3 = \dfrac{6\,C_1\,V_o}{11}$

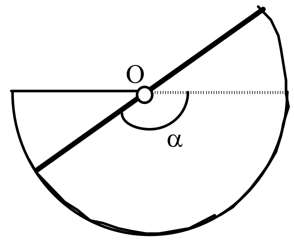
$V_1 = \dfrac{5\,V_o}{11}$ $V_2 = \dfrac{3\,V_o}{11}$ $V_3 = \dfrac{2\,V_o}{11}$

$E_1 = \dfrac{25\,C_1\,V_o^2}{242}$ $E_2 = \dfrac{9\,C_1\,V_o^2}{121}$ $E_3 = \dfrac{6\,C_1\,V_o^2}{121}$

13.- 1) Las láminas de un condensador plano están separadas 5 mm, tienen 2 m^2 de superficie y se encuentran en el vacío. Se aplica al condensador una diferencia de potencial de 10000 V. Halla: a) La capacidad del condensador. b) La carga de cada lámina. c) La densidad superficial de carga. d) La intensidad del campo eléctrico entre las placas. 2) Si se desconecta del voltaje el condensador anterior y se aísla, de modo que la carga de sus láminas permanezca constante, y se introduce entre sus láminas una capa de dieléctrico de 5 mm de espesor y de constante dieléctrica $\kappa = 5$, calcula: e) La intensidad del campo eléctrico en el dieléctrico. f) La diferencia de potencial entre las láminas del condensador. g) La capacidad del condensador.

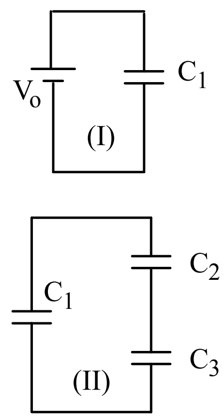
Solución: a) $C = 3.54 \cdot 10^{-9}$ F b) $Q = 3.54 \cdot 10^{-5}$ C
c) $\sigma = 1.77 \cdot 10^{-5}$ C/m^2 d) $E = 2001822.8$ N/C e) $E = 400364.5$ N/C
f) $V = 2000$ V g) $C = 1.77 \cdot 10^{-8}$ F

14.- El condensador variable de la figura está formado por dos armaduras semicirculares de radio R = 5 cm, paralelas y separadas por una capa de aire de espesor e = 0.5 mm. a) Hallar la capacidad del condensador en función del ángulo α. b) Se da a α el valor $\alpha_o = \pi$ rad y se establece entre las armaduras una tensión V_o =100 V. Calcular la carga del condensador Q_o y su energía E_o. c) Una vez cargado a la tensión V_o, se desconecta de la batería. Con ayuda de un botón aislante O, se hace girar una de las placas hasta que α valga 30°. Calcular en estas condiciones la tensión V_1 entre armaduras y la energía E_1 del condensador. d) Despreciando los rozamientos, calcula el trabajo suministrado por el operario que ha modificado el ángulo α.



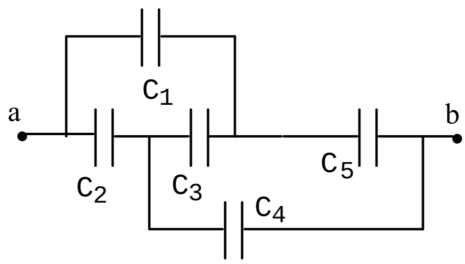
Solución: a) $C(\alpha) = \alpha\ 2.21 \cdot 10^{-11}$ F b) $Q_o = 6.94 \cdot 10^{-9}$ C $E_o = 3.47 \cdot 10^{-7}$ J
c) $V_1 = 600$ V $E_1 = 2.08 \cdot 10^{-6}$ J d) $W_{ext} = 1.73 \cdot 10^{-6}$ J

15.- Se carga un condensador de capacidad C_1 conectándolo a una batería con diferencia de potencial V_o como indica la figura (I). Una vez cargado, se desconecta el condensador de la batería y se conecta a otros dos condensadores 2 y 3 inicialmente descargados y de capacidades C_2 y C_3 como indica la figura (II). Se sabe que $C_2 = 2C_1$. La energía almacenada por toda la asociación de condensadores en la situación (II) es la mitad que la energía almacenada por el condensador 1 en la situación (I). a) Calcula la capacidad C_3 del condensador 3, da el resultado en función de C_1. b) Calcula la diferencia de potencial V_f entre los extremos de la asociación en la situación (II), da el resultado en función de V_o.



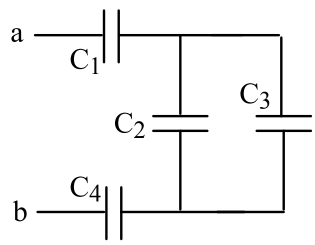
Solución: a) $C_3 = 2\ C_1$ b) $V_f = V_o/2$

16.- a) Calcula la capacidad equivalente del sistema de condensadores mostrado en la figura, suponiendo que $C_1 = C_2 = C_o$, $C_4 = C_5 = 2C_o$ y $C_3 = 3C_o$. Siendo C_o = 1 nF Si establecemos una diferencia de potencial entre los extremos a y b de 12 V con una batería y, una vez estabilizado el sistema, la desconectamos, determinar: b) La carga almacenada en cada uno de ellos, c) la energía almacenada en cada uno de ellos y, d) la energía que se almacenaría en el conjunto si sustituyéramos el condensador C_3 por otros dos iguales a C_3 en serie.



Solución: a) $C_{eq} = 4C_o/3 = 4/3$ nF b) $Q_1 = Q_2 = Q_4 = Q_5 = 8$ nC $Q_3 = 0$
c) $E_1 = E_2 = 32$ nJ $E_4 = E_5 = 16$ nJ $E_3 = 0$ d) $E_{conj} = 96$ nJ

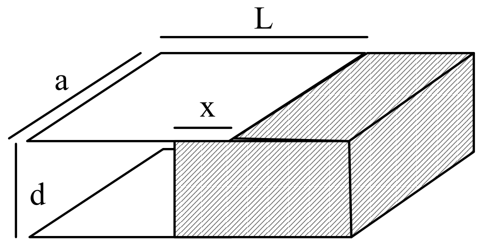
17.- Los cuatro condensadores de la figura tienen capacidades C_1, C_2, C_3 y C_4 son de idéntica forma y dimensiones y tienen por dieléctricos aire ($\kappa_1 = 1$), parafina ($\kappa_2 = 2.3$) , azufre ($\kappa_3 = 3$) y mica ($\kappa_4 = 5$) respectivamente. Calcula la diferencia de potencial entre las armaduras de cada uno de los cuatro condensadores y la carga almacenada en cada uno de ellos.
Datos $V_{ab} = 100$ V, $C_2 = 10^{-9}$ F.



Solución: $Q_1 = Q_4 = 31 \cdot 10^{-9}$ C $Q_2 = 13.45 \cdot 10^{-9}$ C
$Q_3 = 17.55 \cdot 10^{-9}$ C $V_1 = 71.3$ V $V_2 = V_3 = 13.45$ V $V_4 = 14.26$ V

18.- Se carga un condensador de placas plano-paralelas con una carga Q y se aísla. Posteriormente se introduce una lámina de material aislante de manera que ocupa parte del espacio entre las placas, como indica la figura. El aislante tiene una constante dieléctrica $\kappa = 5$. Calcula el valor que debe tener x para que la energía almacenada en el condensador sea la cuarta parte que cuando estaba sin la lámina aislante.

Solución: $x = 3L/4$

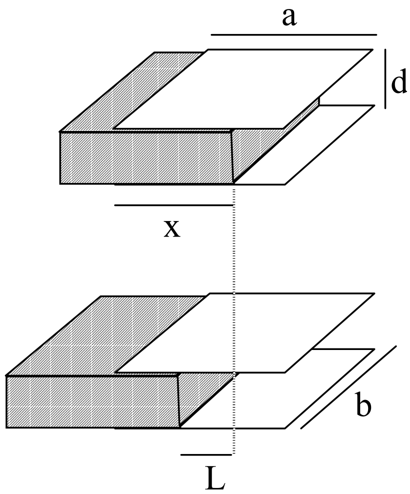


19.- A las láminas de un condensador plano-paralelo con un dieléctrico en su interior se les ha comunicado cierta diferencia de potencial. La energía almacenada en el condensador en esta situación es de $2 \cdot 10^{-5}$ J. Después de desconectar el condensador de la batería, se extrae el dieléctrico del condensador. El trabajo realizado en este caso para vencer el campo eléctrico es de $7 \cdot 10^{-5}$ J. Calcula la constante dieléctrica κ del material aislante. Solución: $\kappa = 4.5$

20.- Un condensador de placas paralelas rectangulares de longitud a, anchura b y separadas entre sí una distancia d, está aislado y cargado con una carga Q. El condensador posee un dieléctrico de constante dieléctrica κ de iguales dimensiones que está insertado parcialmente una distancia x entre las placas como indica la figura. Calcula: a) La capacidad del condensador en función de la distancia x. b) El trabajo que es necesario realizar para extraer el dieléctrico una distancia L = 0.5 cm, sabiendo que los valores numéricos del problema son a = 3cm, b = 2cm, d = 1cm, x = 2cm, $\kappa = 5$ y $Q = 5 \cdot 10^{-8}$ C.

Solución: a) $C = \dfrac{b\,\varepsilon_o\,[a + x(\kappa - 1)]}{d}$

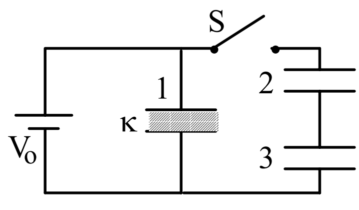
b) $W = 1.43 \cdot 10^{-4}$ J



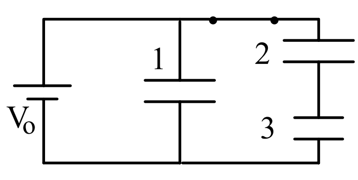
21.- Dos condensadores idénticos, de placas plano-paralelas entre las que hay aire, y capacidad C_o, se conectan en paralelo a una fuente de voltaje V_o. Una vez cargados, con carga Q_o, se desconectan de la fuente manteniéndolos en paralelo. En uno de ellos se separan las placas a una distancia doble y en el otro se introduce un dieléctrico de constante dieléctrica κ. a) ¿Cuánto vale la carga final de cada condensador en función de Q_o y κ? b) ¿Cuánto tiene que valer κ para que el trabajo total realizado, al separar las placas e introducir el dieléctrico, sea cero?

Solución: a) $Q_1 = \dfrac{2\,Q_o}{1 + 2\kappa}$ $\quad Q_2 = \dfrac{4\,\kappa\,Q_o}{1 + 2\kappa}$ $\quad$ b) $\kappa = 1.5$

22.- Tres condensadores plano-paralelos están conectados a una misma batería de voltaje V_o como indican las figuras. Los tres condensadores tienen idénticas dimensiones, y cada uno con una capacidad C_o cuando hay vacío entre sus placas. En la situación inicial A, el interruptor S está abierto y el condensador 1 tiene entre sus placas un aislante de constante dieléctrica κ. Después, se cierra el interruptor, se extrae el dieléctrico del condensador 1, y se reduce el área de las placas del condensador 3 en un factor z tal que $A_f = A_i/z$, quedando la asociación en la situación B. La energía almacenada por la asociación en la situación B es la misma que la almacenada por 1 en la situación A. La carga almacenada por 3 en la situación B es una cuarta parte de la carga almacenada por 1 en la situación A. Calcula los valores del factor z, y de la constante dieléctrica κ.



A



B

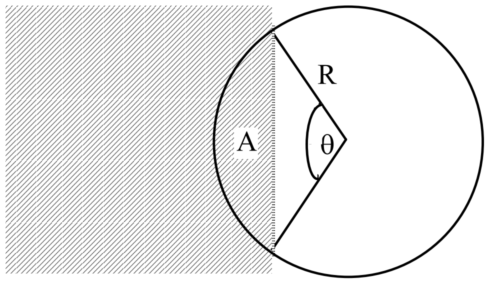
Solución: $z = 2$ $\quad \kappa = 4/3 = 1.33$

23.- Dos condensadores A y B de placas plano-paralelas y capacidades C_A = 10 μF y C_B = 30 μF se cargan por separado mediante una pila de 10 V. Una vez cargados, los condensadores se separan de la pila. Mediante dos cables, los condensadores se conectan en paralelo uniendo las placas de distinto signo. Manteniendo estas conexiones, en el condensador A se inserta un material aislante de constante dieléctrica κ = 4, y en el condensador B se aproximan sus placas hasta reducir su separación a la mitad. Calcula: a) la carga final almacenada en cada condensador, b) la diferencia de potencial final entre las placas de cada condensador, y c) la energía final almacenada por la asociación.

Solución: a) Q_{Af} = 80 μC Q_{Bf} = 120 μC b) $V_{Af} = V_{Bf}$ = 2 V

c) $E_f = 2\cdot 10^{-4}$ J

24.- Se dispone de un condensador de placas plano paralelas circulares (radio=R) y se introduce entre sus armaduras (distancia entre armaduras=D) un dieléctrico (constante dieléctrica=κ, espesor=D) como se indica en la figura. a) Calcula la capacidad del mismo en función de θ. Con θ=π conectamos el condensador a una batería de ΔV=100 V, desconectándolo una vez cargado. b) ¿Qué trabajo mínimo se debe realizar para extraer el dieléctrico? c) ¿Cuál será la carga final? d) ¿Y la diferencia de potencial entre sus placas? La superficie del segmento A circular viene dada por la expresión:



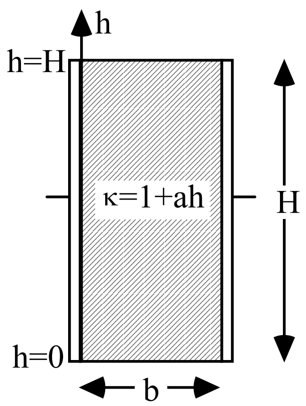
$A(\theta)=1/2(\theta\text{-sen }\theta)R^2$.

Solución: a) $C(\theta) = \dfrac{\varepsilon_o R^2}{D}\,[0.5(\theta - \text{sen }\theta)(\kappa-1)+\pi]$ b) $W_{min} = 1250\,(\kappa^2-1)\,\dfrac{\pi\varepsilon_o R^2}{D}$

c) $Q_f = Q_i = 50\,(\kappa+1)\,\dfrac{\pi\varepsilon_o R^2}{D}$ d) $V_f = 50\,(\kappa+1)$

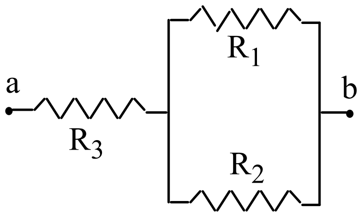
25.- Un condensador de placas plano-paralelas contiene un dieléctrico que ocupa todo el espacio entre dichas placas. Cada placa es rectangular y de dimensiones D por H, donde H es la altura total de cada placa. El espesor entre las placas es b. El valor de la constante dieléctrica κ del aislante varía con la altura h, como indica la figura, según la ecuación κ=1+ah, donde a es una constante. Calcular la expresión de la capacidad del condensador en función de D, H, b y a.

Solución: $C = \dfrac{\varepsilon_o DH}{b}\,(1+\dfrac{aH}{2})$



CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

1.- a) Calcula la resistencia equivalente de la combinación de resistencias de la figura, siendo R_1= 4 Ω, R_2= 12 Ω y R_3= 6 Ω. b) Si la diferencia de potencial entre los extremos de la combinación es de V_{ab}= 36V, calcula la diferencia de potencial entre los extremos de cada resistencia, la intensidad total I de la corriente que atraviesa la agrupación, y la intensidad de la corriente que pasa por cada resistencia.

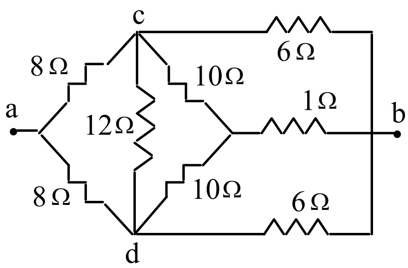


Solución: a) R_{eq} = 9 Ω b) V_1 = V_2 = 12 V

V_3 = 24 V I = 4 A I_1 = 3 A I_2 = 1 A I_3 = 4 A

2.- a) Determina la resistencia equivalente entre los puntos a y b de la figura b) Calcula la intensidad de corriente que circula a través de las resistencias de 10 Ω si V_{ab}= 12V.

Solución: a) R_{eq} = 6 Ω b) I_{10} = 0.33 A



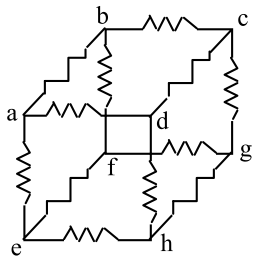
3.- Una batería de pilas iguales, está formada por tres grupos de 4 pilas cada uno. Las cuatro pilas de cada grupo están dispuestas en serie. A su vez, los tres grupos están montados en paralelos. Las características de cada pila son: fuerza electromotriz ε =1.1 V y resistencia interna r =0.5 Ω. La corriente se suministra a una bobina aislada de hilo de cobre de 0.5 mm de diámetro y cuya resistencia es 5/3 de la de la batería. Calcula: a) La resistencia de la batería y de la bobina. b) La longitud L del hilo de la bobina, sabiendo que la resistividad del cobre ρ = 0.017 Ω mm^2/m. c) La intensidad de la corriente que circula por la bobina. d) La potencia consumida en la bobina y en la batería.

Solución: a) R_{bat} = 0.67 Ω R_{bob} = 1.11 Ω b) L = 12.7 m

c) I = 2.47 A d) P_{bat} = 4.09 W P_{bob} = 6.77 W

4.- Calcula la resistencia equivalente entre los puntos a y g del cubo de la figura, donde todas las resistencias tienen el mismo valor R.

Solución: R_{eq} = 5 R/6



5.- Una pila de f.e.m. 1.6 V conectada a una resistencia de 1.4 Ω suministra una intensidad de 0.4 A. a) ¿Cuál es la resistencia interna de esa pila? b) ¿Cuál debe ser la resistencia externa si queremos que la pila nos dé la máxima potencia al exterior? c) ¿Y cuál debe ser la resistencia externa si queremos que la pila nos dé la máxima intensidad?

Solución: a) r = 2.6 Ω b) La pila dará la máxima potencia al exterior cuando R = r

c) La intensidad será máxima obviamente cuando R = 0

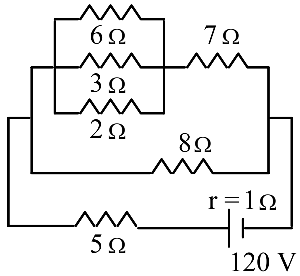
6.- Calcular la resistencia interior de una pila sabiendo que si se dispone en serie en un circuito con una resistencia R = 3 Ω y un galvanómetro de resistencia g = 2 Ω , éste acusa cierta corriente, y colocando una resistencia R' = 1.5 Ω en paralelo con la pila, la corriente en el galvanómetro se reduce a la mitad.

Solución: r = 2.14 Ω

7.- Para el circuito mostrado en la figura, calcula: a) la resistencia equivalente; b) las intensidades de las corrientes a través de las resistencias de 5 Ω, 7 Ω y 3 Ω y; c) la potencia total que genera la batería.

Solución: a) R_{eq} = 10 Ω b) I_5 = 12 A

I_7 = 6 A I_3 = 2 A c) P =1 440 W



8.- La diferencia de potencial entre los bornes de una batería es de 8.5 V cuando la batería es atravesada por una corriente de 3 A desde el borne negativo al positivo. Cuando la corriente circula en sentido contrario, la intensidad es de 2 A y la diferencia de potencial es de 11 V. a) Calcular la resistencia interna r_i y la fuerza electromotriz ε de la batería. b) Si esta batería la conectamos a una bombilla cuyas especificaciones técnicas son que la potencia máxima capaz de disipar son 20 W a una intensidad máxima de 2 A, ¿se fundirá la bombilla?. Razonar la respuesta.

Solución: a) $r_i = 0.5\ \Omega$, $\varepsilon = 10$ V b) No se funde porque en ese caso I = 1.82 A

9.- Dos resistencias de 4 y 12 Ω, están conectadas en paralelo. Este conjunto se conecta a una batería de 22 V que tiene una resistencia interna de 1Ω. Calcula: a) la intensidad de la corriente que circula a través de la batería. b) la intensidad de corriente a través de la resistencia de 4 Ω. c) La diferencia de potencial entre los extremos de la batería. d) La intensidad de corriente a través de la resistencia de 12 Ω.

Solución: a) I = 5.5 A b) $I_4 = 4.125$ A c) V = 16.5 V d) $I_{12} = 1.375$ A

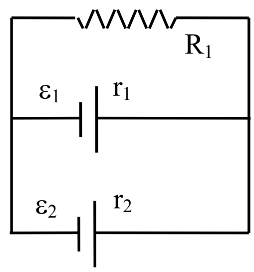
10.- Tres resistencia de 40, 60 y 120 Ω, están conectadas en paralelo, y este grupo está a su vez conectado en serie con una resistencia de 15 Ω , y también en serie con otra resistencia de 25 Ω. El sistema completo se conecta a una fuente de 120 V. Calcula: a) la intensidad de corriente a través de la resistencia de 25 Ω. b) la caída de potencia a través del grupo de resistencias en paralelo. c) la caída de potencia a través de la resistencia de 25 Ω. d) la intensidad de corriente a través de la resistencia de 60 Ω. e) la intensidad de corriente a través de la resistencia de 40 Ω.

Solución: a) I = 2 A b) V = 40 V c) $V_{25} = 50$ V d) $I_{60} = 0.667$ A e) $I_{40} = 1$ A

11.- Tres bombillas cuyas indicaciones respectivas son 1ª) 120 V y 240 W, 2ª) 220 V y 55 W , y 3ª) 120 V y 30 W, se conectan en serie a una diferencia de potencial de 200 V. Halla la potencia de cada bombilla en esas condiciones.

Solución: $P_1 = 1.18$ W $P_2 = 17.25$ W $P_3 = 9.4$ W

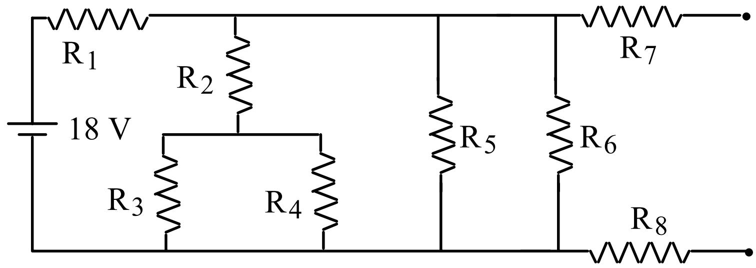
12.- Para el circuito mostrado en la figura, encuentra la intensidad de la corriente a través de la resistencia de R_1 y las diferencias de potencial entre los terminales de las baterías.



Datos: $R_1 = 0.96\ \Omega$, $\varepsilon_1 = 5$ V, $r_1 = 0.2\ \Omega$, $\varepsilon_2 = 6$ V y $r_2 = 0.1\ \Omega$.

Solución: I = 5.53 A y circula de izquierda a derecha.
$V_{bat1} = V_{bat2} = 5.3$ V

13.- Calcula la intensidad de corriente que circula por cada una de las resistencias del circuito de la figura, sabiendo que $R_1 = 3\ \Omega$, $R_2 = 5\ \Omega$, $R_3 = 3\ \Omega$, $R_4 = 2\ \Omega$, $R_5 = 1\ \Omega$, $R_6 = 3\ \Omega$, $R_7 = 6\ \Omega$, $R_8 = 7.5\ \Omega$.

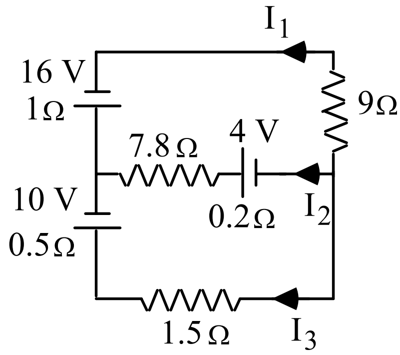


Solución: $I_1 = 4.906$ A (de izquierda a derecha) $I_2 = 0.529$ A (de arriba a abajo)
$I_3 = 0.212$ A (de arriba a abajo) $I_4 = 0.317$ A (de arriba a abajo)
$I_5 = 3.282$ A (de arriba a abajo) $I_6 = 1.094$ A (de arriba a abajo)
$I_7 = I_8 = 0$ ya que en esos tramos no circula corriente eléctrica.

14.- Considerando el circuito de la figura, calcula: a) las tres intensidades I_1, I_2 e I_3 y; b) las diferencias de potencial en los bornes de las tres baterías. Solución: a) $I_1 = 2$ A $I_2 = 1$ A

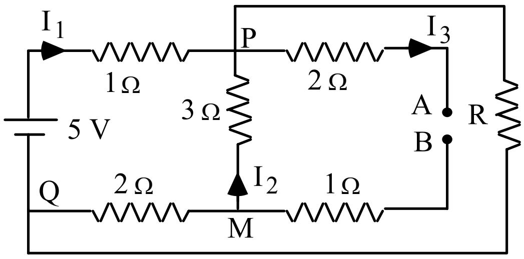
$I_3 = -3$ A (es decir, I_3 va en sentido opuesto al indicado en la figura) b) $V_{16} = 14$ V $V_4 = 3.8$ V

$V_{10} = 8.5$ V



15.- Dado el circuito de la figura, calcula la fuerza electromotriz de la pila que hay que colocar entre los puntos A y B para que no circule corriente a través de la resistencia R.

Solución: ε = 35 V



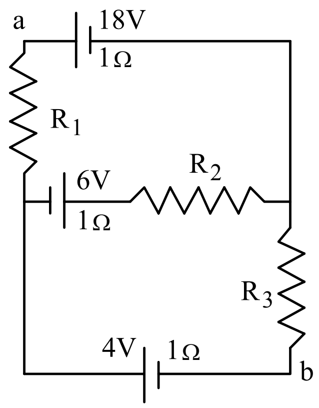
16.- a) Calcula las intensidades de la corriente que circula por cada una de las resistencias R_1, R_2 y R_3 del circuito de la figura, sabiendo que $R_1 = 3$ Ω, $R_2 = 5$ Ω, $R_3 = 1$ Ω. Cada batería tiene una resistencia interna de 1 Ω. b) Calcula la diferencia de potencial entre los puntos a y b del circuito.

Solución: a) $I_1 = 3$ A (hacia abajo por R_1)

$I_2 = 2$ A (de izquierda a derecha)

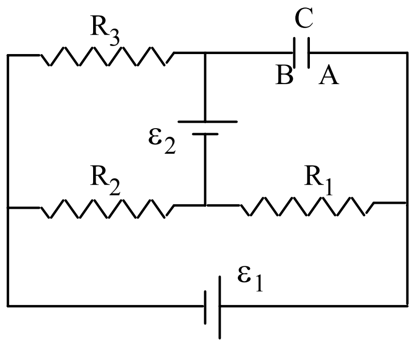
$I_3 = 1$ A (hacia arriba por R_3)

b) $V_{ab} = V_a - V_b = 14$ V



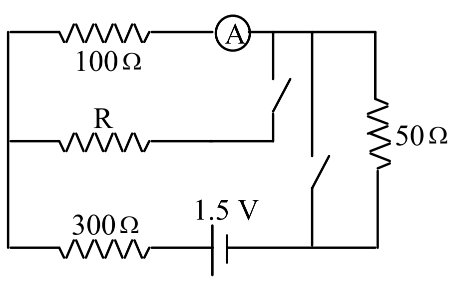
17.- Calcula la diferencia de potencial V_A-V_B entre las placas del condensador C del circuito de la figura. Las f.e.m. de las baterías valen $\varepsilon_1 = 4$ V, $\varepsilon_2 = 1$ V, y las resistencias $R_1 = 10$ Ω, $R_2 = 20$ Ω y $R_3 = 30$ Ω. Las resistencias internas de las baterías son despreciables.

Solución: V_A-$V_B = 1$ V

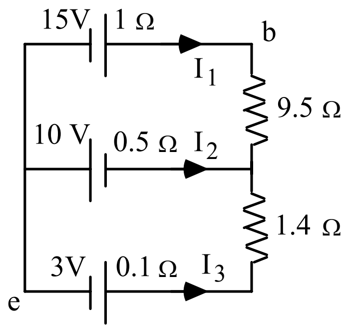


18.- En el circuito de la figura, la lectura del amperímetro es la misma cuando ambos interruptores están abiertos y cuando ambos están cerrados. Halla el valor de la resistencia R.

Solución: R = 600 Ω



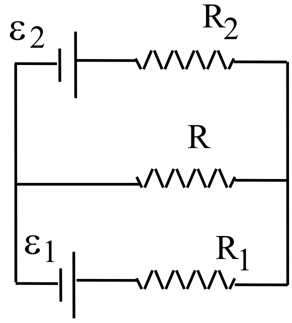
19.- Calcula I_1, I_2 e I_3, y la diferencia de potencial entre el punto b y el punto e del circuito de la figura.



Solución: $I_1 = 2$ A

$I_2 = -8$ A (es decir, I_2 va en sentido opuesto al indicado en la figura) $I_3 = 6$ A $V_{be} = V_b - V_e = 13$ V

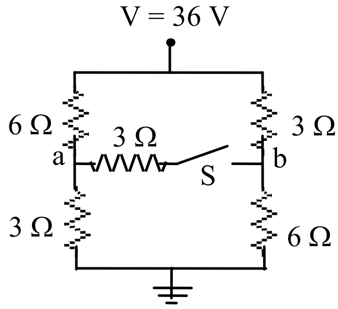
20.- En el circuito de la figura se conocen los valores R_1, R_2 y R de las tres resistencias, así como los valores ε_1 y ε_2 de las f.e.m. de las dos baterías. Las resistencias internas de ambas baterías son despreciables. a) Calcula la potencia con que la resistencia R disipa energía. Da el resultado en función de ε_1, ε_2, R_1, R_2 y R. b) ¿Para qué valor de la resistencia R será máxima la potencia disipada en dicha resistencia? Da el resultado en función de R_1 y R_2



Solución: a) $P = R\left(\frac{R_1\varepsilon_2 + R_2\varepsilon_1}{R(R_1+R_2)+R_1R_2}\right)^2$

b) La potencia disipada será máxima cuando $R = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$

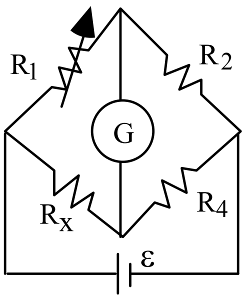
21.- En el circuito de la figura, a) ¿cuál es el potencial en el punto a respecto al punto b cuando el interruptor S está abierto? b) ¿cuál es la corriente a través del interruptor S cuando está cerrado? c) ¿cuál es la resistencia equivalente cuando el interruptor está cerrado?



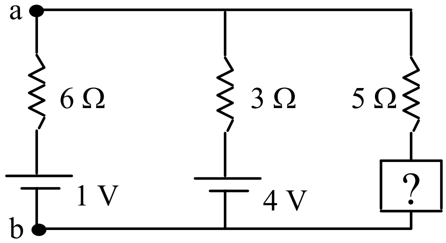
Solución: a) $V_a - V_b = V_{ab} = -12$ V b) I = 1.71 A

c) $R_{eq} = 4.2\ \Omega$

22.- Un puente de Wheatstone (figura anexa) es un circuito que se utiliza para medir resistencias. En el de la Figura, R_x es la resistencia cuyo valor desconocido deseamos medir, R_2 y R_4 son dos resistencias fijas cuyo valor se conoce con precisión, R_1 es una resistencia variable cuyo valor también se conoce con precisión en cada momento, y G es un dispositivo detector de corriente de alta sensibilidad, como por ejemplo un galvanómetro. Se varía R_1 hasta que el galvanómetro indica una corriente cero. Demostrar que cuando esto ocurre $R_x = \frac{R_1R_4}{R_2}$.



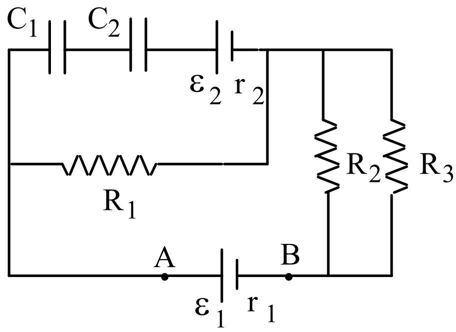
23.- a) En el circuito de la figura, determinar el valor de la fem y su sentido para una batería que colocada en la caja vacía, haga que pase una corriente de 1 A por la resistencia de 6 Ω, en el sentido de a hacia b. b) ¿Cual será la potencia suministrada por la misma?



Solución: a) ε = 17 V y con el polo positivo arriba

b) P = 34 W

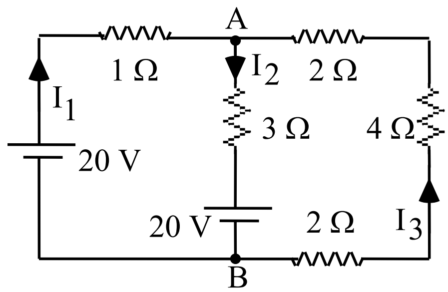
24.- Sea el circuito de la figura, donde $C_1 = 1$ nF , $C_2 = 1$ μF , $R_1 = 24\ \Omega$, $R_2 = 5\ \Omega$, $R_3 = 5$ KΩ, $r_1 = 1\ \Omega$, $r_2 = 1\ \Omega$, $\varepsilon_1 = 3$ V y $\varepsilon_2 = 15$ V. Calcula : a) La resistencia equivalene del circuito entre los puntos A y B. b) La diferencia de potenicial entre los extremos de la batería 1. c) La carga almacenada en los condensadores 1 y 2. d) La nueva carga almacenada en cada uno de los condensadores 1 y 2 si introduzco en el condensador 1 un aislante de constante dieléctrica κ = 1000.



Solución: a) $R_{eq} = 29\ \Omega$ b) $V_{AB} = 2.9$ V

c) $Q_1 = Q_2 = 12.6 \cdot 10^{-9}$ C d) $Q_{1f} = Q_{2f} = 6.3 \cdot 10^{-6}$ C

25.- En el circuito de la figura, calcula el valor de las intensidades de corriente I_1, I_2, e I_3, así como la diferencia de potencial entre los puntos A y B.



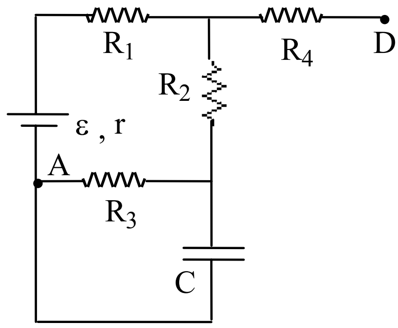
Solución: $I_1 = 1.71$ A

$I_2 = -\ 0.57$ A (es decir, en sentido opuesto al indicado)

$I_3 = -\ 2.28$ A (es decir, en sentido opuesto al indicado)

$V_{AB} = 18.29$ V

26.- Sobre el circuito de la figura calcula: a) La intensidad que circula por las resistencias R_2 y R_4. b) La diferencia de potencial entre los puntos A y D. c) Y la carga del condensador C.

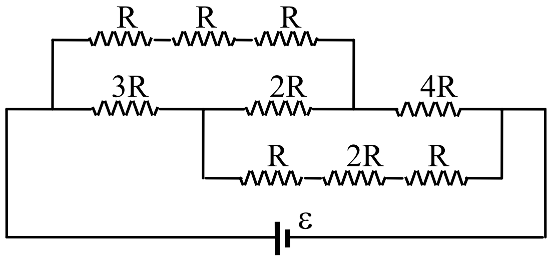


Solución: a) $I_{R2} = \varepsilon/(r+R_1+R_2+R_3)$ $I_{R4} = 0$

b) $V_{AD} = \varepsilon - \varepsilon(r+R_1)/(r+R_1+R_2+R_3)$

c) $Q = C\ R_3\ \varepsilon/(r+R_1+R_2+R_3)$

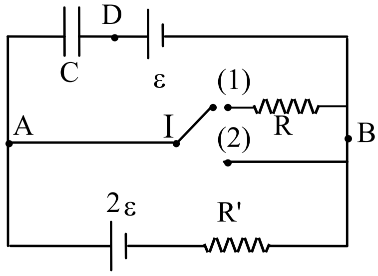
27.- Nueve resistencias se conectan como indica la figura. Sabiendo que R=10Ω y que la fuerza electromotriz, ε, de la batería es de 20 V. a) ¿Cuál es la resistencia equivalente de la red? b) Determinar la intensidad de corriente en cada resistencia.



Solución: a) $R_{eq} = 35\ \Omega$

b) I = 0.286 A por todas excepto por la resistencia central 2R, $I_{2R} = 0$ A

28.- En el circuito de la figura todas las magnitudes indicadas (ε, C y R'=R) son datos conocidos. Calcula, para las dos posibles posiciones (1 ó 2) del interruptor (I): a) La intensidad de corriente que circula por la resistencia R'. b) La diferencia de potencial (V_A-V_B). c) La diferencia de potencial (V_A-V_D) y la carga almacenada en el condensador C. d) La potencia disipada en la resistencia R'.



Solución: a) (1) $I = \varepsilon/R$ (2) $I = 2\varepsilon/R$

b) (1) $V_{AB} = \varepsilon$ (2) $V_{AB} = 0$

c) (1) $V_{AD} = 0$ $Q = 0$ (2) $V_{AD} = -\varepsilon$ $Q = \varepsilon C$ d) (1) $P = \varepsilon^2/R$ (2) $P = 4\varepsilon^2/R$