SOLUCIÓN DEL EXAMEN DE FÍSICA II DE JUNIO DE 2004

PROBLEMA 1

Por una tubería, calentada en su punto medio con una llama invariable, fluye agua a razón de 50 litros por minuto. La temperatura de entrada es de 20 ºC y la de salida de 35 ºC. Otro líquido, de densidad 800 kg/m^3, circula a continuación por el mismo tubo, calentado por la misma llama, pero con un caudal de 15 litros por minuto. 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 agua y el líquido si el tiempo de circulación de cada uno de ellos fue de 1 hora, admitiendo que no existen pérdidas de calor.

Solución

a) Como la llama es invariable, el calor aportado al tubo por unidad de tiempo será siempre el mismo. Entonces, en un tiempo *t*, el calor aportado al agua será el mismo que el aportado al otro líquido. Si llamamos *G* al flujo de líquido tendremos entonces:

$$G_{H_2O} \cdot t \cdot \rho_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot \Delta T_{H_2O} = G \cdot t \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T$$

Poniendo valores:

$$0.050 \cdot t \cdot 1000 \cdot 4180 \cdot (35-20) = 0.015 \cdot t \cdot 800 \cdot c \cdot (68-18) \Rightarrow c = 5225 \frac{J}{kg\ K}$$

b) Haciendo ahora *t* = 60 min:

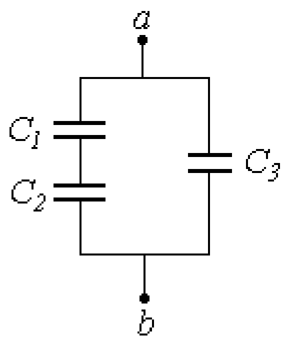
$$Q = 0.050 \cdot 60 \cdot 1000 \cdot 4180 \cdot (35-20) = 1.881 \cdot 10^8\ J$$

PROBLEMA 2

Los valores de las capacidades de los condensadores de la figura son los siguientes: C_1 = 2 μF, C_2 = 6 μF y C_3 = 3.5 μF.

a) Hallar la capacidad equivalente de esta combinación.

b) Si las tensiones de ruptura de cada uno de los condensadores son: V_1 = 100 V, V_2 = 50 V y V_3 = 400 V, ¿qué tensión máxima puede aplicarse entre los puntos *a* y *b*?



Solución

a) $$C_{eq} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)^{-1} + C_3 = \left(\frac{1}{2\times10^{-6}} + \frac{1}{6\times10^{-6}}\right)^{-1} + 3.5\times10^{-6} = 5\mu F$$

b) Como C_1 y C_2 están en serie van a tener la misma carga. Sus potenciales respectivos serán entonces $V_1' = \frac{q}{C_1}$ y $V_2' = \frac{q}{C_2}$. Como C_2 es 3 veces mayor que C_1, su tensión será 3 veces menor. Tenemos entonces que $V_{ab} = \frac{4}{3}V'_1$. Si tomamos V_2 = 50 V, V'_1 sería 150, mayor que su máximo permitido. Si tomamos V_1 = 100, V'_2 sería 33.3 V y V_{ab} = 133.3 V. Como éste es menor que V_3 = 400 V, es la solución.

PROBLEMA 3

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 ºC. 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 una 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) Como el frigorífico es de Carnot tenemos

$$\varepsilon_2 = \frac{T_F}{T_C - T_F} \Rightarrow T_F = \frac{\varepsilon_2 \cdot T_C}{1+\varepsilon_2} = \frac{1.5 \cdot 500}{1+1.5} \Rightarrow T_F = 300K$$

b) La máquina térmica 1 y el frigorífico 2 ceden la misma cantidad de calor en cada ciclo, luego $Q_{C2} = Q_{F1}$. Para obtener Q_{C2},

$$\varepsilon_2 = \frac{Q_{F2}}{-W_2} \Rightarrow W_2 = -\frac{Q_{F2}}{\varepsilon_2} = -\frac{756}{1.5} = -504J$$

Como $W_2 = Q_{C2} + Q_{F2} \Rightarrow Q_{C2} = W_2 - Q_{F2}$, nos queda finalmente:

$$Q_{C2} = -504 - 756 = -1260J = Q_{F1}$$

c) El rendimiento de la máquina térmica es $\varepsilon_1 = \frac{W_1}{Q_{C1}}$. Obtenemos entonces Q_{C1}:

$$W_1 = Q_{C1} + Q_{F1} \Rightarrow Q_{C1} = W_1 - Q_{F1} = 540 - (-1260) = 1800J$$

Finalmente,

$$\varepsilon_1 = \frac{W_1}{Q_{C1}} = \frac{540}{1800} = 0.3$$

d) El trabajo perdido es la diferencia entre el trabajo que se hubiera obtenido si la máquina fuese ideal y el realmente obtenido. Calculamos el trabajo hipotético de la máquina térmica ideal:

$$\varepsilon_{1,ideal} = \frac{W_{1,ideal}}{Q_{C1}} = \frac{T_C - T_F}{T_C} \Rightarrow W_{1,ideal} = Q_{C1}\frac{T_C - T_F}{T_C} = 1800\frac{(227+273)-300}{(227+273)} = 720J$$

El trabajo no obtenido será entonces $W_{no\ obtenido} = W_{1,ideal} - W_{1,real} = 720 - 540 = 180J$

e) Dado que el funcionamiento de ambos, máquina térmica y frigorífico, es cíclico, la variación de entropía en ellos es cero. Nos queda entonces la variación de entropía de los focos térmicos, que es para cada aparato:

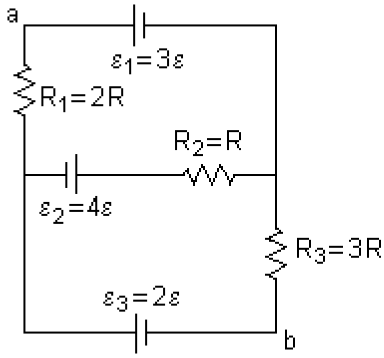
$$Máq.\,térm. \rightarrow \Delta S_1 = \Delta S_{FC1} + \Delta S_{FF1} = \frac{-Q_{C1}}{T_C} + \frac{-Q_{F1}}{T_F} = \frac{-1800}{500} + \frac{1260}{300} = 0.6\frac{J}{K}$$

$$Frigorífico \rightarrow \Delta S_2 = \Delta S_{FC2} + \Delta S_{FF2} = \frac{-Q_{C2}}{T_C} + \frac{-Q_{F2}}{T_F}$$

Pero por ser un frigorífico de Carnot, $\frac{Q_{C2}}{T_C} = \frac{-Q_{F2}}{T_F}$, luego $\Delta S_2 = 0$ y $\Delta S_{universo} = 0.6\frac{J}{K}$

Nota: Obsérvese que el signo para Q_{C1} y Q_{F1} es distinto cuando lo referimos a la máquina que cuando lo referimos a los focos.

PROBLEMA 4

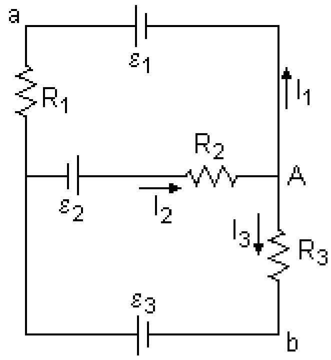


En el circuito de la figura se conocen los valores de las resistencias y de las f.e.m. de las baterías:

$R_1 = 2R$	$\varepsilon_1 = 3\varepsilon$
$R_2 = R$	$\varepsilon_2 = 4\varepsilon$
$R_3 = 3R$	$\varepsilon_3 = 2\varepsilon$

Las tres baterías tienen resistencia interna despreciable. Calcula: a) el sentido y la intensidad de la corriente que circula por cada resistencia, b)la diferencia de potencial entre los puntos *a* y *b* del circuito (V_a-V_b), y c) la potencia consumida en la resistencia R_3. Da los resultados en función de los datos R, ε.

Solución



a) Nudo A $\rightarrow I_1 + I_3 = I_2$

Malla superior $\rightarrow I_1 \cdot R_1 - \varepsilon_1 + I_2 \cdot R_2 - \varepsilon_2 = 0$

Malla inferior $\rightarrow \varepsilon_3 + \varepsilon_2 - I_2 \cdot R_2 - I_3 \cdot R_3 = 0$

Nos queda el siguiente sistema de ecuaciones que resuelto queda:

$$\left.\begin{aligned} I_1 + I_3 = I_2 \\ 2R \cdot I_1 + R \cdot I_2 - 7\varepsilon = 0 \\ 6\varepsilon - R \cdot I_2 - 3R \cdot I_3 = 0 \end{aligned}\right\} \Rightarrow I_1 = \frac{2\varepsilon}{R}; \quad I_2 = \frac{3\varepsilon}{R}; \quad I_3 = \frac{\varepsilon}{R}$$

b)

$$V_a - I_1 \cdot R_1 - \varepsilon_3 = V_b \Rightarrow V_a - V_b = V_{ab} = I_1 \cdot R_1 + \varepsilon_3 = \frac{2\varepsilon}{R} \cdot 2R + 2\varepsilon = 6\varepsilon$$

c) $P_3 = I_3^2 \cdot R_3 = \left(\frac{\varepsilon}{R}\right)^2 \cdot 3R = \frac{3\varepsilon^2}{R}$