DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA Y QUÍMICA
PRINCIPIOS DE TERMODINÁMICA Y ELECTROMAGNETISMO
FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA Y ELECTROMAGNETISMO
SISTEMAS TERMODINÁMICOS Y ELECTROMAGNETISMO
PRIMER EXAMEN FINAL
TURNO VESPERTINO

VIERNES 31 DE MAYO DEL 2019 **15:30 HORAS SEMESTRE 2019 – 2**

NOMBRE:____________________________________ ASIGNATURA:_____________FIRMA:__________

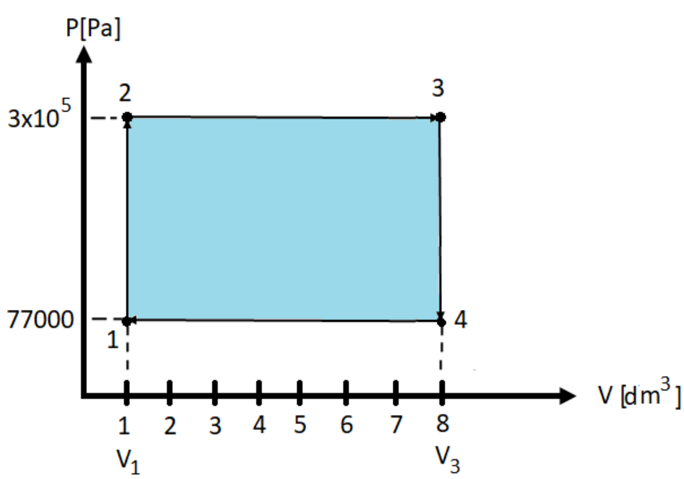
INSTRUCCIONES: Resuelva en 2 h los cuatro problemas que se ofrecen, No se permite la consulta de documento alguno. **Se prohíbe el uso de cualquier dispositivo electrónico que no sea la calculadora**.

1. Una máquina térmica recibe calor de un depósito térmico a $727\ [°C]$. Rechaza $125\ [kJ]$ de calor hacia un depósito a $127\ [°C]$ y el ciclo produce $200\ 000\ [J]$ de trabajo.

- **a)** Determine la eficiencia térmica del ciclo.
- **b)** Demuestre si se satisface o no, la desigualdad de Clausius.
- **c)** Calcule el cambio de entropía del depósito de temperatura baja.
- **d)** Determine si esta máquina cíclica es posible o imposible. Justifique su respuesta.
- **e)** ¿Cuál debería ser la temperatura del depósito térmico de baja temperatura para que la eficiencia térmica de Carnot de la máquina térmica sea del 52%?

2. Con una masa de aire como gas ideal ($c_p = 1004\left[\frac{J}{kg\ \Delta K}\right], c_v = 717\left[\frac{J}{kg\ \Delta K}\right]\ y\ R = 287\left[\frac{J}{kg\ \Delta K}\right]$), se realiza un conjunto de procesos que forman el ciclo mostrado en el diagrama, con base en este diagrama, en las propiedades del aire y sabiendo que $v_1 = 1.2\left[\frac{m^3}{kg}\right]$ y los datos del ciclo de la tabla adjunta; determine en el SI:

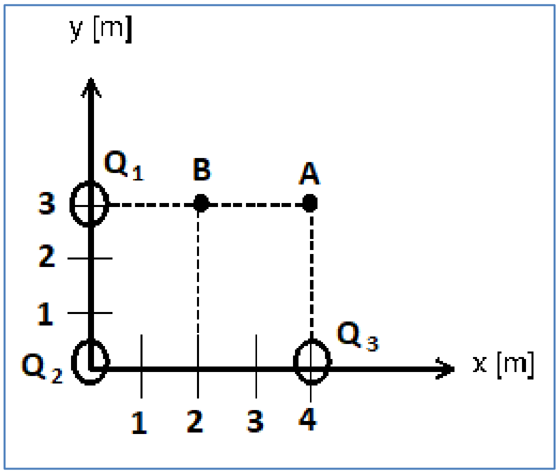
- **a)** La cantidad de masa del aire del ciclo.
- **b)** Las temperaturas de cada uno de los estados de la tabla.
- **c)** El trabajo neto en el ciclo.
- **d)** El calor suministrado al ciclo.
- **e)** La eficiencia térmica del ciclo.



estado	$P[Pa]$	$V[m^3]$	$T[K]$
1	77000	$1x10^3$	
2	300000	$1x10^3$	
3	300000	$8x10^3$	
4	77000	$8x10^3$	

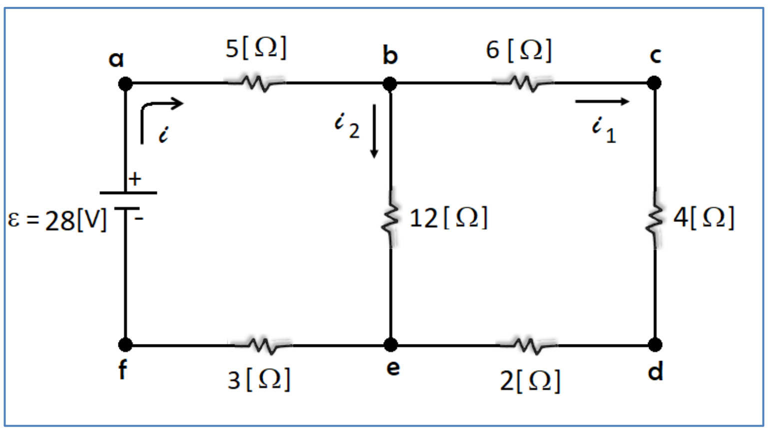
3. En la siguiente figura se muestran tres cargas puntuales $Q_1 = 25\ [\mu C]$, $Q_2 = 60\ [\mu C]$ y $Q_3 = 30\ [\mu C]$, un punto A (4,3) $[m]$ y un punto B (2,3) $[m]$. Con base en lo anterior y sabiendo que $k = 9 \times 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2}\right]$, determine en unidades del SI:

- **a)** La fuerza eléctrica que experimenta la carga Q_2 debido a las cargas Q_1 y Q_3.
- **b)** El campo eléctrico en el punto A, debido a la carga Q_1.
- **c)** El potencial eléctrico en el punto A, debido a la carga Q_3.
- **d)** La diferencia de potencial V_{AB}, debido a la carga Q_1.



4. En un circuito como el de la figura se requiere que determine:

- **a)** El resistor equivalente entre los puntos "a" y "f", es decir: R_{af}.
- **b)** La corriente i en la fuente.
- **c)** La diferencia de potencial V_{be}.
- **d)** La corriente i_1.
- **e)** La energía disipada, en forma de calor, por el resistor $R = 4[\Omega]$, en el lapso de $3[min]$.



1.

a) $|Q_A| = |w_n| + |Q_B| = 200\ [kJ] + 125\ [kJ] = 325\ [kJ]$

$\eta = \dfrac{|w_n|}{|Q_A|} = \dfrac{200\ [kJ]}{325\ [kJ]} = 0.6154$

b) $\int \frac{\delta Q}{T} = \frac{Q_A}{T_A} + \frac{Q_B}{T_B} = \frac{325\ 000\ [J]}{1000.15\ [K]} + \frac{(-125\ 000\ [J])}{400.15\ [K]} = 12.5684\ [\frac{J}{K}]$

Como $\int \frac{\delta Q}{T} = 12.5684\ \left[\frac{J}{K}\right] > 0\ \ \therefore\ \textit{no se cumple la desigualdad de Clausius}$

c) $\Delta S_B = \frac{Q_B}{T_B} = \frac{125\ 000\ [J]}{400.15\ [K]} = 312.3828\ \left[\frac{J}{K}\right]$

Aumenta la entropía debido a que el depósito de temperatura baja recibe energía en forma de calor.

d) $\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_B}{T_A} = 1 - \frac{400.15\ [K]}{1000.15\ [K]} = 0.59991$

Como $\eta_{Carnot} = 0.59991 < \eta_{máquina\ cíclica} = 0.6154$; no es posible por el teorema de Carnot.

e) $\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_A}{T_B}$

$T_A = 1000.15\ [K]$

Despejando T_B:

$T_B = (1 - \eta_{Carnot})\ T_A$

$T_B = (1 - 0.52)\ (\ 1000.15\ [K]) = 480.072\ [K]$

Por lo tanto, la temperatura del depósito de temperatura baja, T_B, debe estar en el intervalo siguiente:

$1000.15\ [K] > T_B > 480.072\ [K]$ *por el teorema de Carnot.*

2.

a) Como $v_1 = \frac{V_1}{m}$, $m = \frac{V_1}{v_1} = \frac{1 \times 10^{-3}\ [m^3]}{1.2\left[\frac{m^3}{kg}\right]} = 8.333 \times 10^{-4}\ [kg]$

b) $P_1V_1 = mRT_1$; $T_1 = \frac{P_1V_1}{mR} = \frac{77000[Pa]\ (0.001\ [m^3])}{8.333 \times 10^{-4}[kg]\ (287\left[\frac{J}{kg\ \Delta K}\right])} = 321.96\ [K]$

$T_2 = \frac{P_2V_2}{mR} = \frac{3 \times 10^5\ [Pa](0.001[m^3])}{8.333 \times 10^{-4}\ [kg]\ (287\left[\frac{J}{kg\ \Delta K}\right])} = 1254.40\ [K]$

$T_3 = \frac{P_3V_3}{mR} = \frac{3 \times 10^5 [Pa]\ (0.008[m^3])}{8.333 \times 10^{-4}\ [kg]\ (287\left[\frac{J}{kg\ \Delta K}\right])} = 10035.24\ [K]$

$T_4 = \frac{P_4V_4}{mR} = \frac{77000[Pa]\ (0.008[m^3])}{8.333 \times 10^{-4}\ [kg]\ (287\left[\frac{J}{kg\ \Delta K}\right])} = 2575.71\ [K]$

c) Con la integral , ${}_1W_2 = -\int_{V_1}^{V_2} PdV$ o con el $A_{encerrada\ en\ el\ ciclo} = Bh = (8-1)\ 10^{-3}[m^3](223000[Pa])$

$$\boldsymbol{W_{neto}} = \mathbf{-1561\ [J]}$$

d) $Q_{sum} = {}_1Q_2 + {}_2Q_3$; ${}_1Q_2 + {}_1W_2 = \Delta U_{12}$; ${}_1W_2 = 0 \therefore {}_1Q_2 = \Delta U_{12} = m\, c_v\ (T_2 - T_1)$

${}_1Q_2 = 8.333 \times 10^{-4}[kg]\left(717\left[\frac{J}{kg\ \Delta K}\right]\right)(1254.40 - 321.96)[\Delta K] = 557.1106\ [J]$

y ${}_2Q_3 = \Delta H_{23} = mc_p\ (T_3 - T_2) = 8.333 \times 10^{-4}[kg]\ \left(1004\left[\frac{J}{kg\ \Delta K}\right]\right)(10035.24 - 1254.40)[\Delta K]$

${}_2Q_3 = 7346.3422[J]$; $Q_{sum} = (557.1106 + 7346.3422)[J] = 7903.4528\ [J]$

e) $\eta_{ciclo} = \frac{|W_{neto}|}{|Q_{sum}|} = \frac{|-1561|[J]}{7903.4528\ [J]} = 0.1975$; $\eta_{ciclo} = 19.75\%$

3.

a) $\vec{F}_{2/1} = \left(9 \times 10^9\left[\frac{N\cdot m^2}{C^2}\right]\right)\left(\frac{(25\times10^{-6}[C])(60\times10^{-6}[C])}{(3[m])^2}\right)(-\hat{\jmath}) = (-1.5\,\hat{\jmath})[N]$

$\vec{F}_{2/3} = \left(9 \times 10^9\left[\frac{N\cdot m^2}{C^2}\right]\right)\left(\frac{(60\times10^{-6}[C])(30\times10^{-6}[C])}{(4[m])^2}\right)(-\hat{\imath}) = (-1.0125\,\hat{\imath})[N]$

$\vec{F}_2 = \vec{F}_{2/1} + \vec{F}_{2/3}$ $\therefore \vec{F}_2 = (-1.0125\ \hat{\imath} - 1.5\ \hat{\jmath})\ [N]$

b) $\vec{E} = \left(9 \times 10^9\left[\frac{N\cdot m^2}{C^2}\right]\right)\left(\frac{(25\times10^{-6}[C])}{(4[m])^2}\right)\hat{\imath} = 14062.5\ \hat{\imath}\left[\frac{N}{C}\right]$

c) $V_{A/Q_3} = \left(9 \times 10^9\left[\frac{N\cdot m^2}{C^2}\right]\right)\left(\frac{(30\times10^{-6}[C])}{(3[m])}\right) = 90000\ [V]$

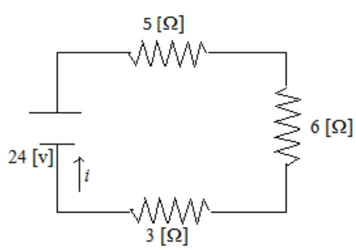
d) $V_{AB} = \left(9 \times 10^9\left[\frac{N\cdot m^2}{C^2}\right]\right)(25 \times 10^{-6}[C])\left(\frac{1}{4\ [m]} - \frac{1}{2\ [m]}\right) = -56250\ [V]$

4.

a) En la rama $\overline{be}$ de la derecha, se calcula la conexión en serie de: $R_{be_{der}} = 6\ [\Omega] + 4\ [\Omega] + 2\ [\Omega] = 12\ [\Omega]$ y $R_{be_{central}} = 12\ [\Omega]$

$R_{be} = \frac{R_{be_{der}}R_{be_{central}}}{R_{be_{der}} + R_{be_{central}}} = \frac{12\ (12)[\Omega]}{24\ [\Omega]} = 6\ [\Omega]$; finalmente:

$R_{af} = R_{ab} + R_{be} + R_{ef} = (5 + 6 + 3)\ [\Omega] = 14\ [\Omega]$



b) $V_{af} = R_{af}\ i$; $i = \frac{28\ [V]}{14\ [\Omega]} = 2\ [A]$

c) $V_{be} = R_{be}\ i$; $V_{be} = 6\ [\Omega]\ 2\ [A] = 12\ [V]$

d) $R_{be_{der}}\ i_1 = V_{be}$; $i_1 = \frac{V_{be}}{R_{be_{der}}} = \frac{12\ [V]}{12\ [\Omega]} = 1\ [A]$

e) $P_R = R{i_1}^2$; $\frac{dE_{dis}}{dt} = R{i_1}^2$; $E_{dis} = R{i_1}^2\Delta t = 4\ [\Omega]\ [1]^2[A]^2 3(60)[s] = 720\ [J]$