



**fcfm**

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

Nº FI22A-02 Física Estadística Control 3 Prof. V.  
Departamento Fuenzalida  
de 12 de junio 2008  
Física 2 hrs 15 min

1) Del enunciado, el motor toma  $Q_2=104$  MJ de la fuente caliente, y cede  $Q_1=-41,8$  MJ a la fuente fría. Si  $W$  es el trabajo (que el medio realiza sobre el sistema) en un ciclo, entonces  $Q_1+Q_2+W=0$  y  $-W=Q_1+Q_2=104-41,8=62,2$  MJ es el trabajo realizado por el sistema sobre el medio.

El rendimiento entonces sería  $\eta=62,2/104=0,598$  (2)

Por otra parte, el rendimiento debe ser menor que el de Carnot

$$\eta_{\text{Carnot}}=1-T_1/T_2=1-200/400=0,5 \quad (2)$$

Se concluye que dicho motor es imposible porque viola las leyes de la termodinámica y no se debe financiar. (2)

2) i)  $(\star T/\star V)_E (\star V/\star E)_T (\star E/\star T)_V = -1$

Pero  $(\star E/\star T)_V = C_V$

Luego  $\mathcal{O}_J = (\star T/\star V)_E = -(1/C_V) (\star E/\star V)_T$

de la ecuación de la energía (en el torpedo oficial)  $(\star E/\star V)_T = [T(\star P/\star T)_V - P]$  y por lo tanto

$$\mathcal{O}_J = -(1/C_V) [T(\star P/\star T)_V - P]$$

Otra alternativa es derivar directamente la ecuación de la energía c/r a  $V$   
Ambos tratamientos 3 puntos

ii) Calculando las derivadas a partir de la ecuación de estado  $P=RT/v+RTB/v^2$  queda  $\mathcal{O}_J = -RT^2 B'(T)/(C_V v^2)$ , donde  $B'(T)$  es la derivada de  $B$  con respecto a  $T$  (1.3). De la tabla se deduce que  $B$  es creciente y su derivada positiva, por lo que el coeficiente de Joule es negativo (0.6). Entonces, el aumento de temperatura asociado a un aumento de volumen a energía constante, que es la expansión libre (0.3), es negativo. Luego el metano se enfría en la expansión libre (0.8).

3)  $\eta = (\text{trabajo utilizable}) / (\text{energía suministrada})$ .

La energía suministrada es el calor requerido para llevar una masa de agua de  $10^\circ\text{C}$  a  $100^\circ\text{C}$  y luego evaporarla. Si la masa es de 1 kg, esa energía es

$$\begin{aligned} Q &= C_p(T_2-T_1) + L(\text{entalpía de evaporación de 1 kg}) \\ &= 4,19 \cdot 10^3 \text{ J K}^{-1} (100-10)\text{K} + 2260 \cdot 10^3 \text{ J} \\ &= 377\,000 \text{ J} + 2\,260\,000 \text{ J} = 2\,637\,000 \text{ J} \quad (2) \end{aligned}$$

(También se acepta reconocer que la energía necesaria para calentar el agua es mucho menor que la necesaria para evaporarla y aproximar  $Q=L=2260 \cdot 10^3 \text{ J}$ , siempre que se diga explícitamente).

El trabajo utilizable es el realizado por la atmósfera sobre el émbolo al condensarse el agua. Como se realiza a presión constante  $W=P_o(V_{\text{vapor}}-V_{\text{líquido}})$  donde los volúmenes son los de la misma masa de agua considerada al calcular Q. Luego:

$$W=101300 \text{ Pa} (1,673-1,042 \times 10^{-3}) \text{ m}^3$$

$$W=101300 \times 1,672 \text{ J}=169374 \text{ J} \quad \mathbf{(2)}$$

(También es válido poner  $P_o=10^5$  Pa o despreciar el volumen del líquido frente al del vapor)

Finalmente  $\eta=W/Q=169374/2637100=0,064$  o 6,4%, bajísimo. **(2)** (Si se aproximó  $Q=2260$  kJ, daría  $\eta=169475/2260000=7,5\%$ )

Nota: responder que el rendimiento es *menor* que el de Carnot= $1-283/373=24\%$  => nota 3,0 como tope

Afirmar que el rendimiento es *igual* al de Carnot= $1-283/373=24\%$  => nota 2,0 como tope