

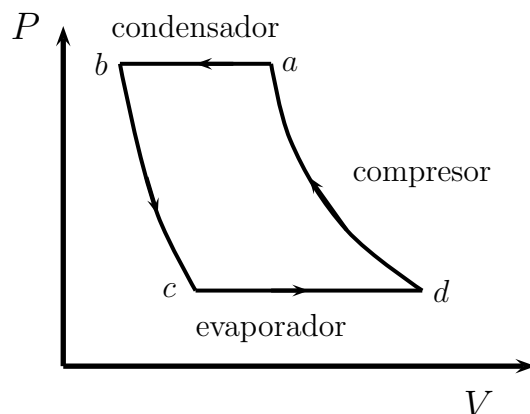
Solución C2: FIS1523 - Termodinámica

Facultad de Física
Pontificia Universidad Católica de Chile
Profs. Mario Favre y Andrés Gomberoff
Primer Semestre 2010

Un refrigerador opera con el ciclo de la figura. Los procesos de compresión $d \rightarrow a$ y expansión $b \rightarrow c$ son adiabáticos. La temperatura, presión y volumen del refrigerante en cada estado son

estado	$T(^{\circ}C)$	$P(\text{kPa})$	$V(\text{m}^3)$	U (kJ)	% líquido
a	80	2305	0.0682	1969	0
b	80	2305	0.00946	1171	100
c	5	363	0.2202	1005	54
d	5	363	0.4513	1657	5

1. ¿Cuánto calor pasa en cada ciclo del interior del refrigerador al refrigerante cuando éste está en el evaporador?
2. ¿Cuánto calor pasa en cada ciclo del refrigerante al aire exterior cuando éste está en el condensador?
3. ¿Cuánto trabajo hace en cada ciclo el motor del compresor?
4. ¿Cuál es el coeficiente de funcionamiento del refrigerador?



Solución

1. tramo $c \rightarrow d$

Primera Ley de la Termodinámica:

$$\Delta U = \Delta Q - W$$

con $W = \int P dV$. En este tramo $P = cte$ y $T = cte$. En particular

$$\Delta Q_{cd} = \Delta U_{cd} + P\Delta V_{cd} = U_d - U_c + P(V_d - V_c)$$

Dado que la temperatura permanece constante, el cambio en energía interna se debe sólo a cambio de estado del refrigerante, de líquido a vapor, según la tabla de datos. Reemplazando,

$$\Delta Q_{cd} = (1657 - 1005) + 363 \cdot (0.4513 - 0.2202) = 735.89 \text{ kJ}$$

2. Tramo $a \rightarrow b$

En este tramo también $P = cte$ y $T = cte$. En particular

$$\Delta Q_{ab} = \Delta U_{ab} + P\Delta V_{ab} = U_b - U_a + P(V_b - V_a)$$

De nuevo, dado que la temperatura permanece constante, el cambio en energía interna se debe sólo a cambio de estado del refrigerante, de vapor a líquido, según la tabla de datos. Reemplazando,

$$\Delta Q_{ab} = (1171 - 1969) + 2305 \cdot (0.00946 - 0.0682) = -933.4 \text{ kJ}$$

3. Los tramos $b \rightarrow c$ y $d \rightarrow a$ son adiabáticos, por lo que el trabajo hecho por el motor del compresor en un ciclo es

$$W_{com} = |\Delta Q_c| - |\Delta Q_f|$$

En este caso, $\Delta Q_c = \Delta Q_{ab}$ y $\Delta Q_f = \Delta Q_{cd}$. Así,

$$W_{com} = \Delta Q_{ab} - |\Delta Q_{cd}| = 933.4 \text{ kJ} - 735.89 \text{ kJ} = 197.5 \text{ kJ}$$

4. El coeficiente de funcionamiento o rendimiento del refrigerador se define en términos del calor extraído del interior del refrigerador y el trabajo hecho para extraerlo.

$$CDF_R = \frac{\Delta Q_f}{W_{com}} = \frac{1}{|\Delta Q_c|/|\Delta Q_f| - 1}$$

En este caso

$$CDF_R = \frac{\Delta Q_{cd}}{|W_{com}|} = \frac{735.89}{197.5} = 3.7$$

o también,

$$CDF_R = \frac{1}{933.4/735.89 - 1} = 3.7$$