1) Se aplica el teorema de equipartición: si hay r grados de libertad, la energía media por molécula es rkT/2, y por mol es $E=r(N_ok)T/2=rRT/2$. La capacidad térmica es entonces $C_v=rR/2$ y se despeja el número de grados de libertad como $r=2C_v/R=2x\ 20{,}7\ JK^{-1}mol^{-1}\ /8{,}3\ JK^{-1}mol^{-1}\ =5$. Tres son grados de libertad traslacionales, por lo que qudan dos rotacionales. Si los tres átomos son colineales, uno de los momentos de inercia es nulo y hay dos grados rotacionales. Si la molécula estuviera doblada los tres momentos de inercia principales serían no nulos y habría 3 grados rotacionales. Ergo, los tres átomos son colineales.

2)
i) Sean $T_1=273+80 = 353$ K la T inicial de la jarra,
$T_2=273+10=283$ K la T inicial del agua, $T_3=$ T final del conjunto
$Q_{agua}=Cp(agua)(T_3-T_2)$ con $C_p(agua)=4190$ x 0,250 4190 JK^{-1} =1048 JK^{-1}
$Q_{jarra}=Cp(jarra)(T_3-T_1)$ con $C_p(jarra)= 888$ x 0,2 JK^{-1}=178 JK^{-1}
Por conservación de la energía $Q_{agua}+Q_{jarra}=0$, de donde
$T_3=[C_p(agua)T_2+C_p(jarra)T_1]/[C_p(agua)+C_p(jarra)]=293$ K= 20º C
ii) El calentamiento es irreversible, pero se reemplaza por un proceso reversible que lleve al agua al mismo estado final: calentamiento isobárico. De este modo $q_{agua}=C_pdT$ y se aplica
$dS_{agua}=q_{agua}/T= C_{p(agua)}\ dT/T$, luego $\Delta S_{agua}=C_{p(agua)}\ \ln(T_3/T_2)=1048\ JK^{-1}\ \ln(293/283)=37\ JK^{-1}>0$. El signo positivo significa que ingresó entropía al agua.
iii) Como en el caso anterior $dS_{jarra}=q_{jarra}/T= C_{p(jarra)}\ dT/T$,
luego $\Delta S_{jarra}=C_{p(jarra)}\ \ln(T_3/T_1)=178\ JK^{-1}\ \ln(293/353)= -33JK^{-1}$. El signo menos significa que salió entropía de la jarra.
iv) $\Delta S_{universo}=\Delta S_{agua}+\Delta S_{jarra}=4\ JK^{-1}$. El signo positivo indica que se trató de un proceso irreversible.

3) Si la operación es reversible, no se genera entropía y se cumple para un ciclo el balance $Q_e/Te+Q_i/T_i=0$, donde Q_i y Q_e son las energías ingresadas térmicamente a la máquina en un ciclo desde el interior y el ambiente exterior, respectivamente.

El balance de energía dice que para el ciclo $Q_i+Q_e+W=0$

Si la máquina opera como refrigerador, entonces $W>0$, $Q_i>0$ y $Q_e<0$.

Se despeja $Q_i=W/(T_e/T_i-1)$

Al alcanzarse el estado estacionario, la energía extraida por la máquina es igual a la que entra al recinto por las fluctuaciones, es decir, por unidad de tiempo:

$A(Te-Ti)=dQ_i/dt=(dW/dt)/(T_e/T_i-1)=Y/(T_e/T_i-1)$

De ahi se depeja

$T_i^2-(2T_e+Y/A)Ti+T_e^2=0$

de donde $T_i\ =(2T_e+Y/A)/2 \pm[(2T_e+Y/A)^2 -4T_e^2]^{1/2}/2$
$=(T_e+Y/2A)\pm[4T_e^2 +4T_eY/A+Y^2/A^2 -4T_\varepsilon^2]^{1/2}/2$
$=(T_e+Y/2A)\pm[\ T_eY/A+Y^2/4A^2]^{1/2}$
=

La temperatura interior debe ser *menor* que la exterior, por lo que solamente es correcto el signo menos y

$T_i\ =(T_e+Y/2A)-[\ T_eY/A+Y^2/4A^2]^{1/2}$