

EJERCICIO 1:

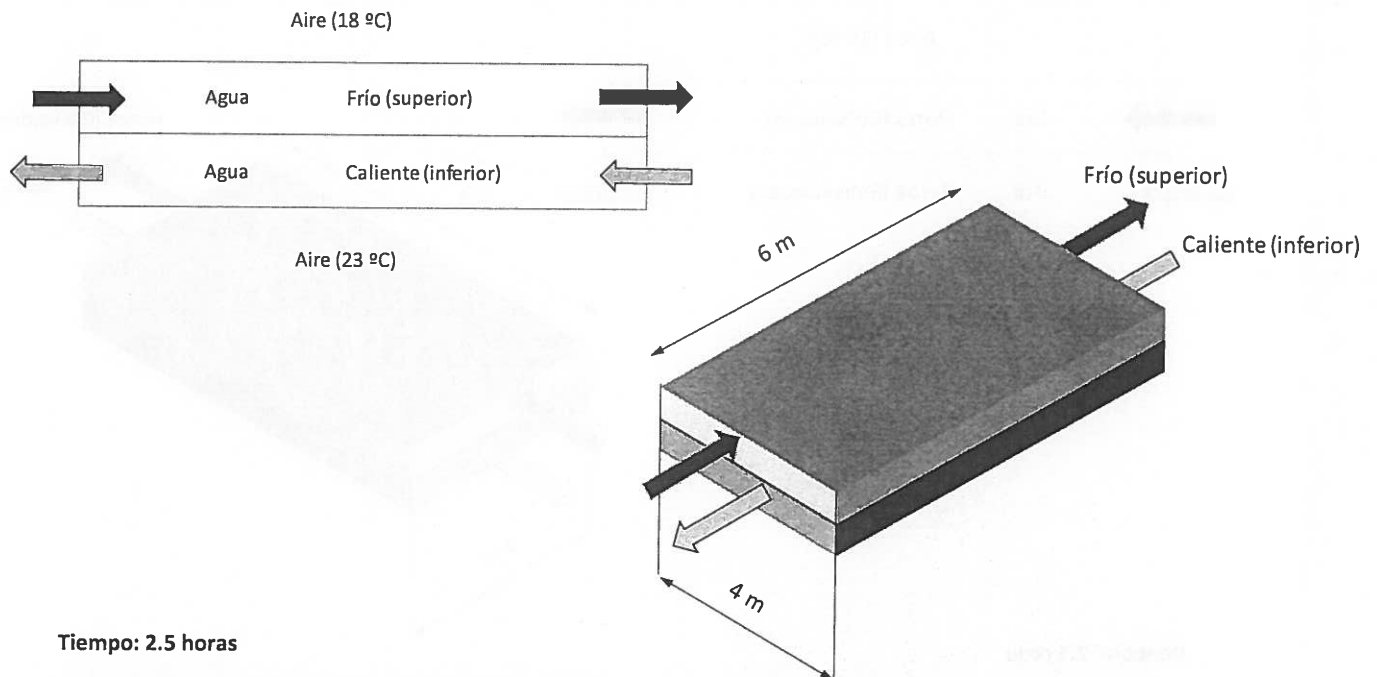
Durante un proceso de exponente politrópico igual a -4 , una masa de 2 kg de gas butano (C_4H_{10} ; $\gamma = 1,1$; $c_p = 1,577 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$; $c_v = 1,433 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$) sufre un cambio de temperatura desde 50°C hasta 20°C . Dedúzcase, por cálculo, el signo de las variaciones de presión, volumen específico, entropía y el signo del intercambio de calor y trabajo, si los hubiere.

EJERCICIO 2:

En un recipiente adiabático con 20 litros de agua a 20°C , se sumerge una bola de acero de 5 cm de radio a 90°C . Calcúlese la exergía destruida durante el proceso hasta alcanzar el equilibrio y el rendimiento exergético de dicho proceso. Densidad del acero: 7800 kg/m^3 y calor específico del acero $0,46 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$. Considérese la temperatura de referencia 18°C .

EJERCICIO 3:

Un intercambiador de calor de forma rectangular, con una sección de $4 \times 6 \text{ m}$ en dirección perpendicular al flujo de calor, tiene su lado superior en contacto con aire a 18°C , y su lado inferior en contacto con aire a 23°C , según la figura adjunta. Por dentro del intercambiador, circulan dos corrientes de agua. La corriente caliente está del lado inferior (en contacto con el aire a 23°C) y el agua entra a 40°C y sale a 39°C , mientras que la corriente fría se encuentra del lado superior (en contacto con el aire a 18°C), entrando el agua a 20°C y saliendo a 25°C . El calor que se transfiere de la corriente caliente a la fría dentro del intercambiador, es el doble del que se transfiere desde la parte superior del intercambiador de calor hacia el aire que se encuentra a 18°C . Calcúlese el gasto de cada corriente de agua.



Tiempo: 2.5 horas

Cada ejercicio vale un tercio del valor del examen total.

Las hojas de examen que no estén identificadas con nombre y apellidos, DNI, número de grupo y titulación, no serán corregidas.

1. ARIKETA:

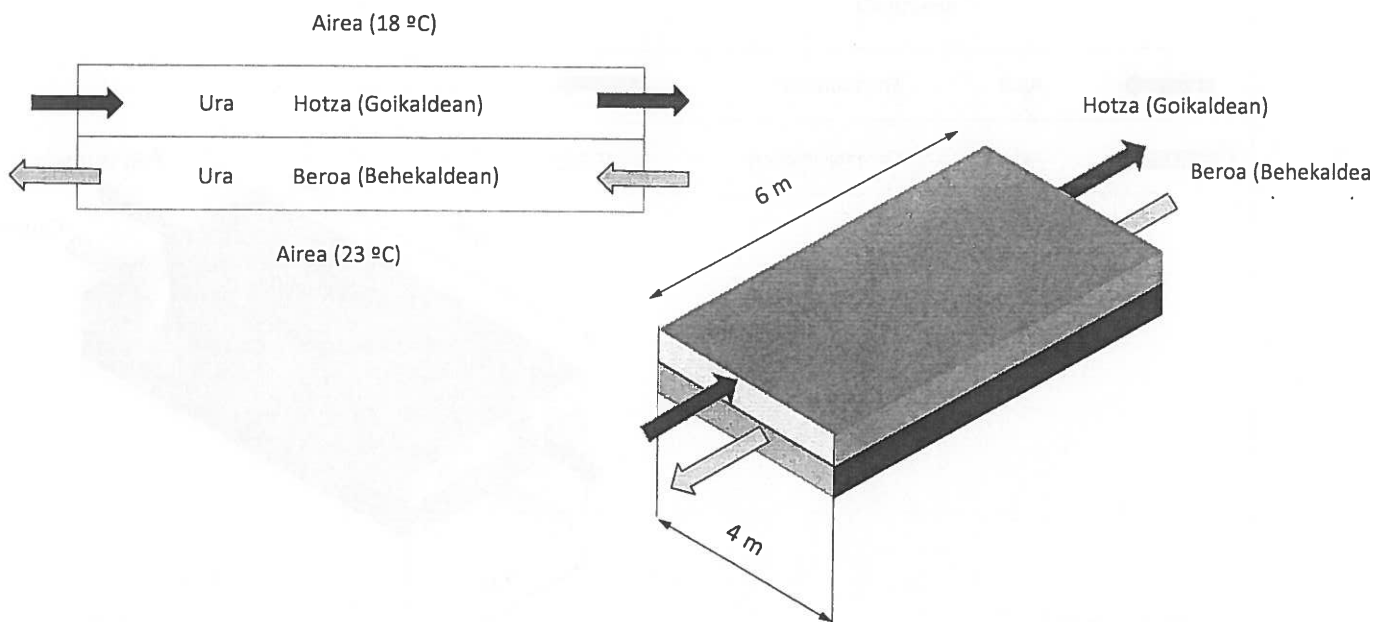
-4 berretzaile politropikoa duen prozesu batean zehar, 2 kg butano (C_4H_{10} ; $\gamma = 1,1$; $c_p = 1,577$ kJ/kg·K; $c_v = 1,433$ kJ/kg·K), 50 °Ctik 20 °C-etara pasatzen da. Adiera bedi, kalkulu bitartez, ze zentzuan aldatuko diren (haunditu edo murriztuko ote diren), presioa, bolumen espezifikoa, entropia, eta, egotekotan, ze zentzuan gertatuko den bero trukea eta lan trukea.

2. ARIKETA:

Gordailu adiabatiko batean, 20 litro ur dago 20 °C-tan, eta une batean, 90 °C-tan dagoen eta 5 cm-ko erradioa duen altzairuzko bola bat murgiltzen da bertan. Kalkula bedi, oreka lortu arteko prozesuan zehar suntsitutako exergia eta prozesu beraren etekin exergetikoa. Kontsidera bedi altzairuaren dentsitatea 7800 kg/m³ eta bero espezifikoa 0,46 kJ/kg·K. Har bedi erreferentzia tenperatura gisa 18 °C.

3. ARIKETA:

Bero-trukagailu batean bi ur korrante daroaz, bata hotza eta bestea beroa. Hotzaren sarrerako tenperatura 20 °C da eta irteerakoa 25 °C. Korrante beroraren sarrerako tenperatura 40 °C da eta irteerakoa 39 °C. Bero-trukagailuaren eskema irudian agertzen da: korrante hotza goikaldetik daroa eta korrante beroa behekaldeetik, zentzu kontrajarrian. Bero-trukagailuaren kanpoaldean dagoen airea, goikaldeko gainazala ikutzen duen aire, 18 °C-tan dago. Bero-trukagailuaren behekaldearekin kontaktuan dagoen airea ordea, 23 °C-tan dago. Bero-trukagailuaren dimentsioak, 4x6 m dira, bero-fluxuarekiko norabide elkartzuan. Ur-korrante berotik korrante hotzaruntz transmititzen den bero-fluxua, korrante hotzatik bero-trukagailuaren goikaldean kontaktuan dagoen aireruntz (hots, 18 °C-tan dagoena) transmititzen denaren bikoitza da. Kalkula bedi ur-korrante bakoitzaren gastua.



Denbora: 2.5 ordu

Ariketak bakoitzak azterketa osoak balio duenaren herena balio du. Hurrengo datuak idatzi behar dira entregatutako orri guztietan, bestela orri horiek ez dira zuzenduko: Izena eta abizenak, NAN zenbakia, espezialitatea eta taldea.

DEITURAK/APELLIDOS:

IZENA/ NOMBRE:

TALDEA/ GRUPO:

TITULAZIOA/ TITULACIÓN:

N.A.N/ D.N.I:

IKASTURTEA/ CURSO:

DATA/ FECHA:

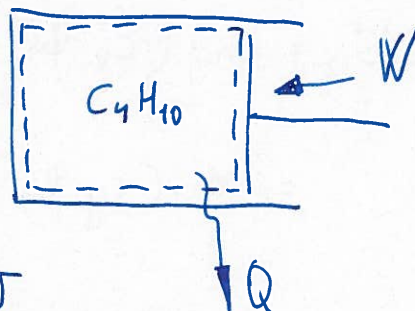
IRAKASGAIA/ ASIGNATURA:

KALIFIKAZIOA
 CALIFICACIÓN

EJERCICIO 1

Datos:

$$m = 2 \text{ kg de } C_4H_{10} \quad \left\{ \begin{array}{l} \gamma = 1.1 \\ c_p = 1.577 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \\ c_v = 1.433 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \end{array} \right.$$



$$n = -4 \text{ (exponente politrópico)}$$

$$\theta_1 = 50^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = 20^\circ\text{C}$$

Por tratarse de un proceso politrópico, el butano como gas ideal y el proceso reversible.

Relaciones de gases ideales:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{n}{n-1}} = \left(\frac{293}{323} \right)^{\frac{-4}{-4-1}} = 0.925 \rightarrow P_2 = 0.925 P_1$$

$$P_2 < P_1 \rightarrow \underline{\underline{\Delta P_{12} = P_2 - P_1 < 0}} \rightarrow \underline{\underline{\text{DISMINUYE}}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{1}{n-1}} = \left(\frac{323}{293} \right)^{\frac{1}{-4-1}} = 0'9807$$

$$v_2 = 0'981 v_1 \rightarrow v_2 < v_1 \rightarrow \underline{\underline{\Delta v_{12} = v_2 - v_1 < 0}}$$

DISMINUYE

Variación de entropía de un gas ideal:

$$\begin{aligned} \Delta S_{12} &= m \cdot \left(c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R' \ln \frac{v_2}{v_1} \right) \\ &= m \cdot \left(c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R' \ln \frac{p_2}{p_1} \right) = 4 \cdot \left(1'577 \cdot \ln \frac{293}{323} - 0'143 \ln 0'925 \right) \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{\Delta S_{12} = -0'285 \frac{kJ}{K}}} \quad \underline{\underline{DISMINUYE}}$$

Trabajo por desplazamiento de frontera:

$$\begin{aligned} W &= m \int p dv = m \cdot \left(\frac{p_2 v_2 - p_1 v_1}{1-n} \right) = m \cdot R' \frac{(T_2 - T_1)}{1-n} = \\ &= 4 \cdot 0'143 \frac{(293 - 323)}{1 - (-4)} = -1'72 \text{ kJ} < 0 \end{aligned}$$

RECIBE TRABAJO

Calor intercambiado por el sistema conado (mediante el calor específico politrópico):

$$Q = m \cdot c_n (T_2 - T_1) = m \left(\frac{\gamma - n}{1 - n} \right) c_v (\theta_2 - \theta_1) = 4 \cdot \left(\frac{1'1 - (-4)}{1 - (-4)} \right) \cdot 1'433 \cdot 30$$

DEITURAK/APELLIDOS:

IZENA/ NOMBRE:

TALDEA/ GRUPO:

TITULAZIOA/ TITULACIÓN:

N.A.N/ D.N.I:

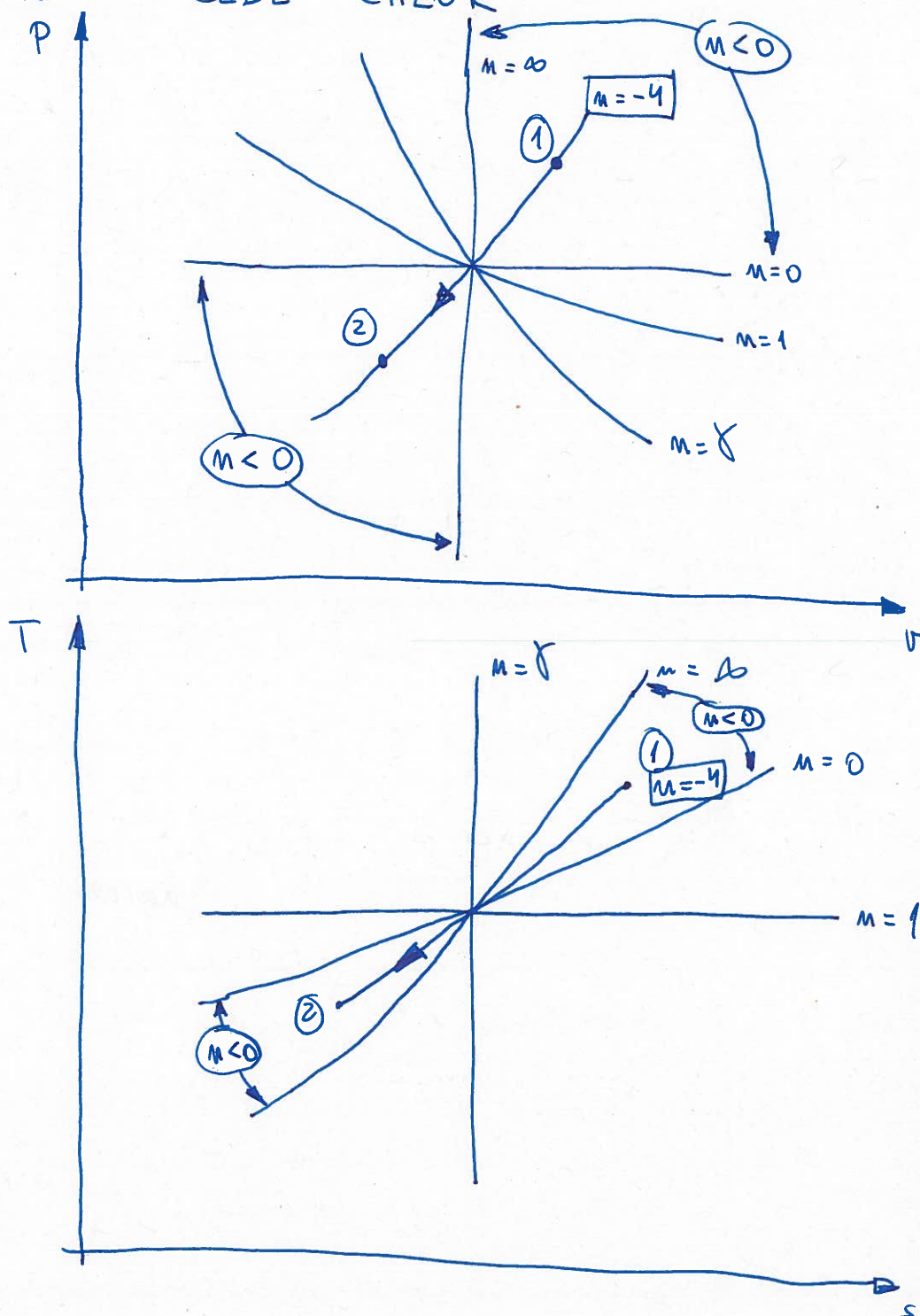
IKASTURTEA/ CURSO:

DATA/ FECHA:

IRAKASGAIA/ ASIGNATURA:

KALIFIRAZIOA CALIFICACIÓN											

$Q = -87'73 \text{ kJ} \rightarrow \text{CEDE CALOR}$



DEITURAK/APELLIDOS:

IZENA/ NOMBRE:

TALDEA/ GRUPO:

TITULAZIOA/ TITULACIÓN:

N.A.N/ D.N.I:

IKASTURTEA/ CURSO:

DATA/ FECHA:

IRAKASGAIA/ ASIGNATURA:

KALIFIKAZIOA
 CALIFICACIÓN

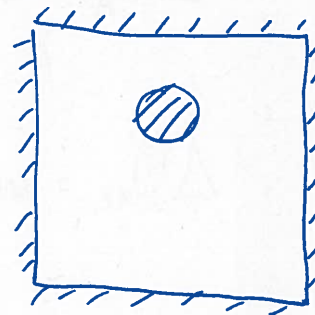
EJERCICIO 2

Datos:

Agua $\left\{ \begin{array}{l} m_{H_2O} = 20 \text{ l} \\ \theta_{H_2O,1} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$

$\theta_0 = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Acero $\left\{ \begin{array}{l} r = 5 \text{ cm} \\ \theta_{A,1} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \rho_A = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ C_A = 0.46 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \end{array} \right.$



- Sistema cerrado
- Se consideran el agua y el acero como sustancias incompresibles.
- Se aplica el primer principio al conjunto $\rightarrow$ agua + acero:

$$\Delta U_{12} = Q_{12} + W_{12} \quad \text{para determinar: } \theta_2 = \theta_{H_2O,2} = \theta_{A,2}$$

$Q_{12} = 0$, por ser el recipiente adiabático

$W_{12} = 0$, porque se considera que no existe desplazamiento de frontera

$$\Delta U_{12} = 0 = \Delta U_{H_2O} + \Delta U_A$$

$$\Delta U_{H_2O} = m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot \Delta \theta_{H_2O} = m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot (\theta_2 - \theta_{H_2O,1})$$

$$\Delta U_A = m_A \cdot c_A \cdot \Delta \theta_A = m_A \cdot c_A \cdot (\theta_2 - \theta_{A,1})$$

$$\Delta U_{12} = m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot (\theta_2 - \theta_{H_2O,1}) + m_A \cdot c_A (\theta_2 - \theta_{A,1}) =$$

$$= \rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O} \cdot c_{H_2O} (\theta_2 - \theta_{H_2O,1}) + \rho_A \cdot V_A \cdot c_A (\theta_2 - \theta_{A,1}) =$$

$$= 998'2 \cdot 0'02 \cdot 4'182 (\theta_2 - 20) + 7800 \cdot \frac{4}{3} \pi 0'05^3 (\theta_2 - 90) = 0$$

$$\theta_2 = 21'5^\circ C = 294'5 K$$

Balance de exergía en sistemas cerrados considerando como sistema el conjunto "agua + acero":

$$\Delta A_{12} = \int (1 - \frac{T_0}{T}) \delta Q - (W - P_0(V_2 - V_1)) - Ex_D$$

$$\Delta A_{12} = \Delta A_{H_2O} + \Delta A_A = - Ex_D$$

$$\Delta A_{H_2O} = \Delta U_{H_2O} + P_0 \Delta V_{H_2O} - T_0 \Delta S_{H_2O}$$

$$\Delta A_A = \Delta U_A + P_0 \Delta V_A - T_0 \Delta S_A$$

DEITURAK/APELLIDOS:

IZENA/ NOMBRE:

TALDEA/ GRUPO:

TITULAZIOA/ TITULACIÓN:

N.A.N/ D.N.I:

IKASTURTEA/ CURSO:

DATA/ FECHA:

IRAKASGAIA/ ASIGNATURA:

KALIFIKAZIOA CALIFICACIÓN											
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

En el caso de sustancia incompresible $\rightarrow \Delta S = m \cdot c \ln \frac{T_2}{T_1}$

$$\begin{aligned}
 \Delta A_{H_2O} &= m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} (\theta_2 - \theta_{H_2O,1}) - T_0 \cdot m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot \ln \left(\frac{T_2}{T_{H_2O,1}} \right) = \\
 &= \rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O} \cdot c_{H_2O} (\theta_2 - \theta_{H_2O,1}) - T_0 \cdot \rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \ln \left(\frac{T_2}{T_{H_2O,1}} \right) = \\
 &= 998'2 \cdot 0'02 \cdot 4'182 (21'5 - 20) - 291 \cdot 998'2 \cdot 0'02 \cdot 4'182 \ln \left(\frac{294'5}{293} \right) = \\
 &= 1'213 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta A_A &= m_A \cdot c_A (\theta_2 - \theta_{A,1}) - T_0 m_A \cdot c_A \cdot \ln \left(\frac{T_2}{T_{A,1}} \right) = \\
 &= \rho_A \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot c_A (\theta_2 - \theta_{A,1}) - T_0 \rho_A \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot c_A \cdot \ln \left(\frac{T_2}{T_{A,1}} \right) = \\
 &= 7800 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 0'46 \cdot (21'54 - 90) - 291 \cdot 7800 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 0'46 \ln \left(\frac{294'5}{363} \right) = \\
 &= -14'36 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\boxed{E_{x_D} = -(\Delta A_{H_2O} + \Delta A_A) = -[1'213 + (-14'36)] = 13'15 \text{ kJ}}$$

$$\eta_{Ex} = \left(\frac{\Delta A_{H_2O,20} + \Delta A_{A,20}}{\Delta A_{H_2O,10} + \Delta A_{A,10}} \right) \times 100$$

$$\Delta A_{H_2O,20} = \Delta U_{H_2O,20} + P_0 \cancel{\Delta V_{H_2O,20}}^0 - T_0 \Delta S_{H_2O,20} =$$

$$= m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} (\theta_2 - \theta_{H_2O,0}) - T_0 m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \ln \left(\frac{T_2}{T_{H_2O,0}} \right) =$$

$$= \rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O} \cdot c_{H_2O} (\theta_2 - \theta_{H_2O,0}) - T_0 \rho_{H_2O} V_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \ln \left(\frac{T_2}{T_{H_2O,0}} \right) =$$

$$= 998'2 \cdot 0'02 \cdot 4'182 (21'5 - 18) - 291 \cdot 998'2 \cdot 0'02 \cdot 4'182 \cdot \ln \left(\frac{294'5}{291} \right) =$$

$$= 1'784 \text{ kJ}$$

$$\Delta A_{A,20} = \Delta U_{A,20} + P_0 \cancel{\Delta V_{A,20}}^0 - T_0 \Delta S_{A,20} =$$

$$= m_A \cdot c_A (\theta_2 - \theta_{A,0}) - T_0 m_A \cdot c_A \ln \left(\frac{T_2}{T_{A,0}} \right) =$$

$$= \rho_A \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot c_A (\theta_2 - \theta_{A,0}) - T_0 \cdot \rho_A \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot c_A \ln \left(\frac{T_2}{T_{A,0}} \right) =$$

$$= 7800 \frac{4}{3} \pi 0'05^3 \cdot 0'46 (21'5 - 18) - 291 \cdot 7800 \frac{4}{3} \pi 0'05^3 \cdot 0'46 \ln \left(\frac{294'5}{291} \right) =$$

$$= 0'04 \text{ kJ}$$

DEITURAK/APELLIDOS:

IZENA/ NOMBRE:

TALDEA/ GRUPO:

TITULAZIOA/ TITULACIÓN:

N.A.N/ D.N.I.:

IKASTURTEA/ CURSO:

DATA/ FECHA:

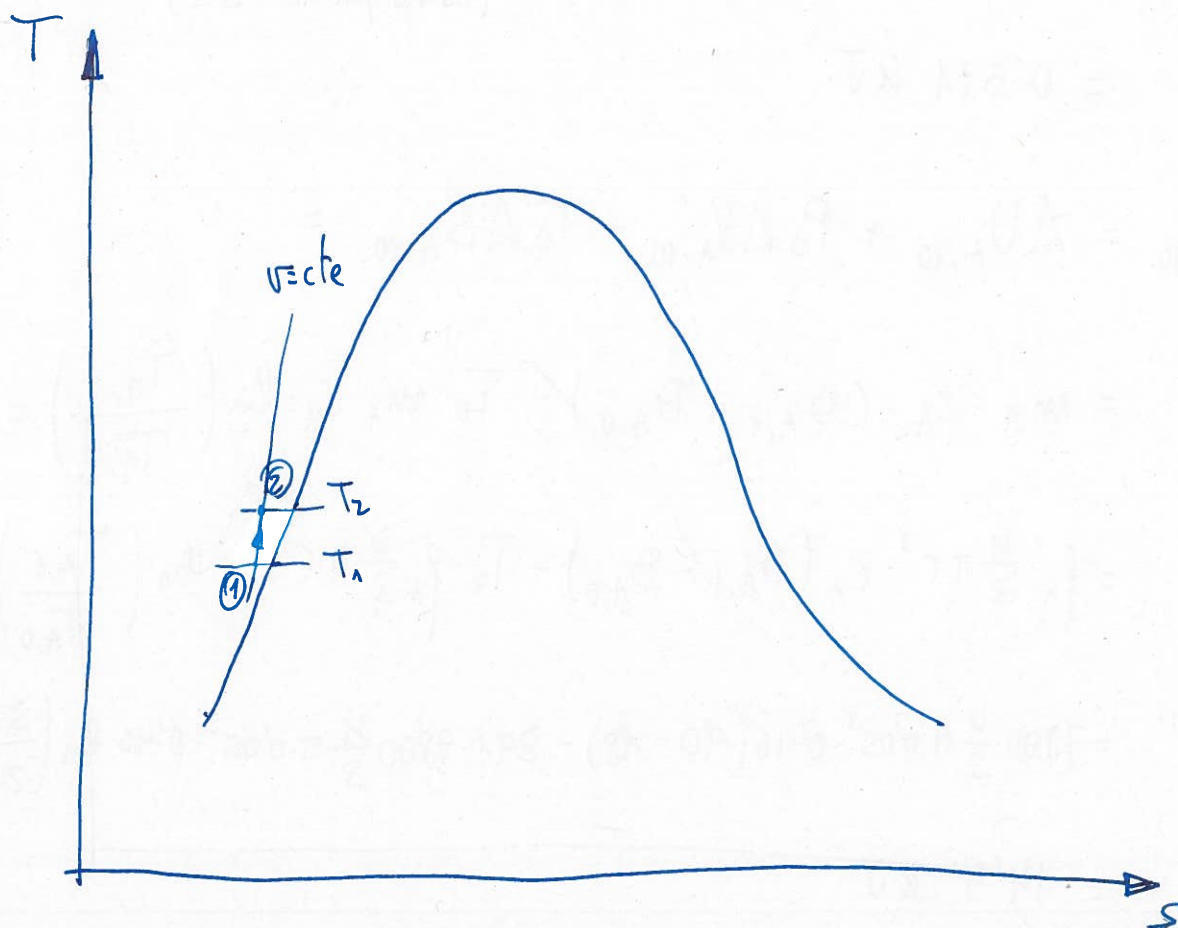
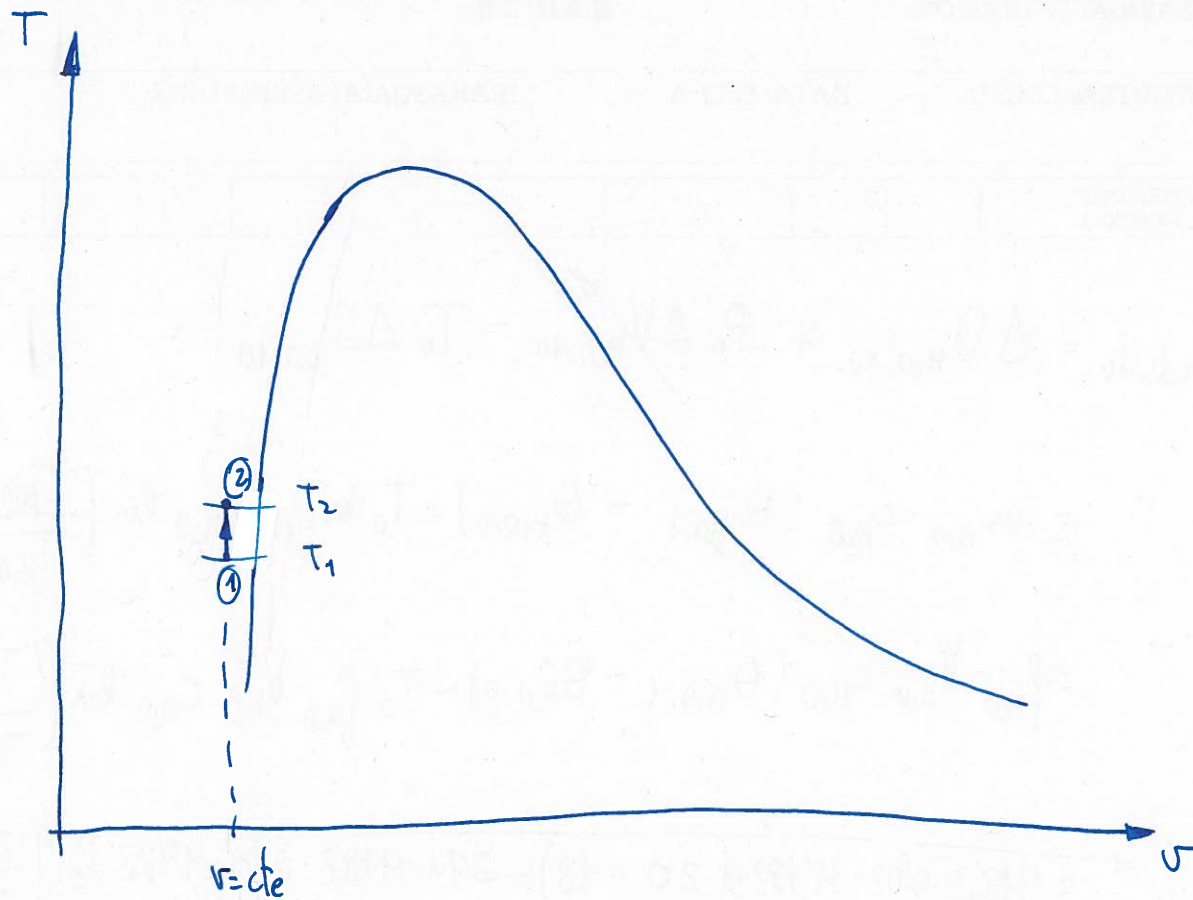
IRAKASGAIA/ ASIGNATURA:

KALIFIKAZIOA CALIFICACIÓN											
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

$$\begin{aligned}
 \Delta A_{H_2O,10} &= \Delta U_{H_2O,10} + P_0 \Delta V_{H_2O,10} - T_0 \Delta S_{H_2O,10} = \\
 &= m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} (\theta_{H_2O,1} - \theta_{H_2O,0}) - T_0 m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \ln \left(\frac{T_{H_2O,1}}{T_{H_2O,0}} \right) = \\
 &= \rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O} \cdot c_{H_2O} (\theta_{H_2O,1} - \theta_{H_2O,0}) - T_0 \rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \ln \left(\frac{T_{H_2O,1}}{T_{H_2O,0}} \right) = \\
 &= 998'2 \cdot 0'02 \cdot 4'182 \cdot (20 - 18) - 291 \cdot 998'2 \cdot 0'02 \cdot 4'182 \cdot \ln \left(\frac{293}{291} \right) = \\
 &= 0'571 \text{ KJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta A_{A,10} &= \Delta U_{A,10} + P_0 \Delta V_{A,10} - T_0 \Delta S_{A,10} = \\
 &= m_A \cdot c_A (\theta_{A,1} - \theta_{A,0}) - T_0 m_A \cdot c_A \ln \left(\frac{T_{A,1}}{T_{A,0}} \right) = \\
 &= \rho_A \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot c_A (\theta_{A,1} - \theta_{A,0}) - T_0 \cdot \rho_A \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot c_A \ln \left(\frac{T_{A,1}}{T_{A,0}} \right) = \\
 &= 7800 \cdot \frac{4}{3} \pi 0'05^3 \cdot 0'46 (90 - 18) - 291 \cdot 7800 \cdot \frac{4}{3} \pi 0'05^3 \cdot 0'46 \ln \left(\frac{363}{291} \right) = \\
 &= 14'4 \text{ KJ}
 \end{aligned}$$

$$\boxed{\eta_{Ex}} = \left(\frac{\Delta A_{H_2O,20} + \Delta A_{A,20}}{\Delta A_{H_2O,10} + \Delta A_{A,10}} \right) \times 100 = \left(\frac{1'784 + 0'04}{0'571 + 14'4} \right) \times 100 = \boxed{12'18\%}$$



DEITURAK/APELLIDOS:

IZENA/ NOMBRE:

TALDEA/ GRUPO:

TITULAZIOA/ TITULACIÓN:

N.A.N/ D.N.I:

IKASTURTEA/ CURSO:

DATA/ FECHA:

IRAKASGAIA/ ASIGNATURA:

KALIFIKAZIOA
CALIFICACIÓN

EJERCICIO 3

Datos:

- Agua caliente

$$\begin{cases} \theta_{c,e} = 40^\circ\text{C} \\ \theta_{c,s} = 39^\circ\text{C} \end{cases}$$

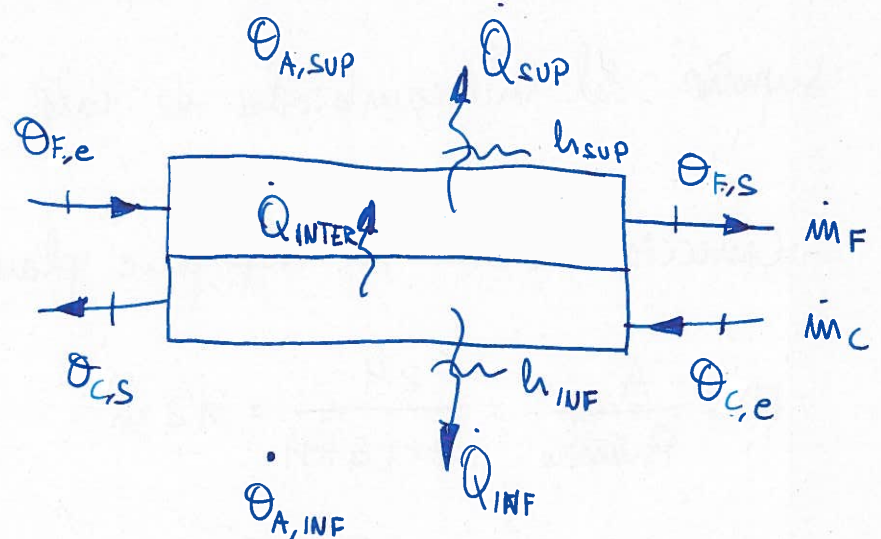
- Agua fría

$$\begin{cases} \theta_{f,e} = 20^\circ\text{C} \\ \theta_{f,s} = 25^\circ\text{C} \end{cases}$$

- Aire

$$\begin{cases} \theta_{a,sup} = 18^\circ\text{C} \\ \theta_{a,inf} = 23^\circ\text{C} \end{cases}$$

- $\dot{Q}_{INTER} = 2 \cdot \dot{Q}_{SUP}$



- Tanto por la parte superior como por la parte inferior del intercambiador de calor, el intercambio de calor entre la superficie del intercambiador y el aire se produce por convección natural.

- Se considera régimen permanente y sin generación de calor.
- Se toma el agua como sustancia incompresible.

* Cálculo del calor intercambiado a través de la superficie superior del intercambiador de calor, $\dot{Q}_{sup}$

- Convección natural en superficie plana horizontal, flujo ascendente:

$$\Pi = \frac{A}{\text{Perímetro}} = \frac{24}{2 \times (6+4)} = 1'2 \text{ m}$$

$$\theta_c = \frac{\theta_p + \theta_f}{2} = \frac{\frac{\theta_{F,e} + \theta_{F,s}}{2} + \theta_{A,sup}}{2} = \frac{\frac{20+25}{2} + 18}{2} = 20'25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\rho = 1'203 \text{ kg/m}^3$$

$$c_p = 1007 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$k = 0'02516 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

$$\alpha = 2'0774 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$\mu = 1'8262 \cdot 10^{-5}$$

$$Pr = 0'7308$$

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta \theta \cdot \Pi^3 \cdot \rho^2}{\mu^2} =$$

$$= \frac{9'8 \cdot \frac{1}{(273+20'25)} \cdot (22'5-18) \cdot 1'2^3 \cdot 1'203^2}{(1'8262 \cdot 10^{-5})^2} =$$

$$= 1127661841$$

$$Ra = Gr \cdot Pr = 1127661841 \cdot 0'7308 =$$

$$= 824095274$$

DEITURAK/APELLIDOS:

IZENA/ NOMBRE:

TALDEA/ GRUPO:

TITULAZIOA/ TITULACIÓN:

N.A.N/ D.N.I:

IKASTURTEA/ CURSO:

DATA/ FECHA:

IRAKASGAIA/ ASIGNATURA:

KALIFIKAZIOA CALIFICACIÓN											
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

$$10^7 < Ra = 824095274 < 10^{11} \rightarrow Nu = 0.15 Ra^{1/3}$$

$$Nu = 0.15 \cdot (824095274)^{1/3} = 140.63$$

$$Nu = \frac{h_{sup} \pi}{k} \rightarrow h_{sup} = \frac{Nu \cdot k}{\pi} = \frac{140.63 \cdot 0.02516}{1/2} = 2.949 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$\begin{aligned}
 \dot{Q}_{sup} &= h_{sup} \cdot A \cdot (\theta_p - \theta_f) = 2.949 \cdot (4 \times 6) \cdot (22.5 - 18) = \\
 &= 318.45 \text{ W}
 \end{aligned}$$

* Cálculo del calor intercambiado a través de la superficie inferior del intercambiador de calor, $\dot{Q}_{inf}$

- Convección natural en superficie plana horizontal, flujo descendente:

$$\Pi = \frac{A}{\text{Perímetro}} = \frac{24}{2(4+6)} = 1'2 \text{ m}$$

$$\theta_c = \frac{\theta_p + \theta_f}{2} = \frac{\frac{\theta_{c,e} + \theta_{c,s}}{2} + \theta_f}{2} = \frac{\frac{40+39}{2} + 23}{2} = 31'25^\circ\text{C}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho = 1'1593 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ c_p = 1007 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \\ k = 0'02597 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \\ \alpha = 2'2253 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \\ \mu = 1'8778 \cdot 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}} \\ \text{Pr} = 0'7279 \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \text{Gr} &= \frac{g \cdot \beta \Delta \theta \pi^3 \cdot \rho^2}{\mu^2} = \\ &= \frac{9'8 \cdot \frac{1}{(273+31'25)} \cdot (39'5-23) \cdot 1'2^3 \cdot 1'1593^2}{(1'8778 \cdot 10^{-5})^2} \\ &= 3500387896 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ra} &= \text{Gr} \cdot \text{Pr} = 3500387896 \cdot 0'7279 = \\ &= 2547932350 \end{aligned}$$

$$10^5 < \text{Ra} = 2547932350 < 10^{11} \rightarrow \text{Nu} = 0'27 \text{Ra}^{1/4}$$

$$\text{Nu} = 0'27 \cdot (2547932350)^{1/4} = 60'66$$

$$\text{Nu} = \frac{h_{\text{INF}} \cdot \Pi}{k} \rightarrow h_{\text{INF}} = \frac{\text{Nu} \cdot k}{\Pi} = \frac{60'66 \cdot 0'02597}{1'2} = 1'313 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$\dot{Q}_{\text{INF}} = h_{\text{INF}} \cdot A \cdot (\theta_p - \theta_f) = 1'313 \cdot 24 \cdot (39'5-23) = 519'87 \text{ W}$$

DEITURAK/APELLIDOS:

IZENA/ NOMBRE:

TALDEA/ GRUPO:

TITULAZIOA/ TITULACIÓN:

N.A.N/ D.N.I:

IKASTURTEA/ CURSO:

DATA/ FECHA:

IRAKASGAIA/ ASIGNATURA:

KALIFIKAZIOA CALIFICACIÓN											
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Balance de energía en el fluido caliente:

$$\dot{Q}_{INF} + \dot{Q}_{INT} = \dot{m}_C \cdot C \cdot (\theta_{C,e} - \theta_{C,s})$$

$$\dot{Q}_{INF} + 2 \cdot \dot{Q}_{SUP} = \dot{m}_C \cdot C \cdot (\theta_{C,e} - \theta_{C,s})$$

$$519'87 + 2 \cdot 318'45 = \dot{m}_C \cdot 4182 \cdot (40 - 39) \rightarrow \boxed{\dot{m}_C = 0'277 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}$$

Balance de energía en el fluido frío:

$$\dot{Q}_{INT} - \dot{Q}_{SUP} = \dot{m}_F \cdot C \cdot (\theta_{F,s} - \theta_{F,e})$$

$$2 \cdot \dot{Q}_{SUP} - \dot{Q}_{SUP} = \dot{m}_F \cdot C \cdot (\theta_{F,s} - \theta_{F,e})$$

$$318'45 = \dot{m}_F \cdot 4182 \cdot (25 - 20) \rightarrow \boxed{\dot{m}_F = 0'0152 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}$$

