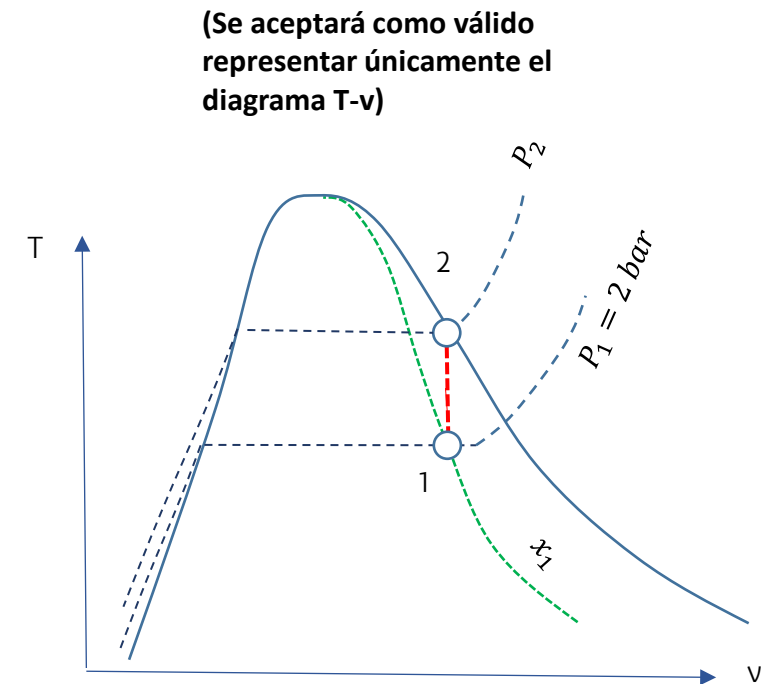
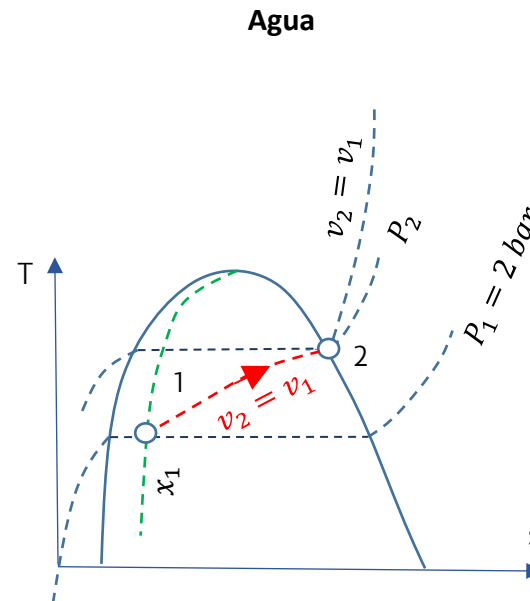
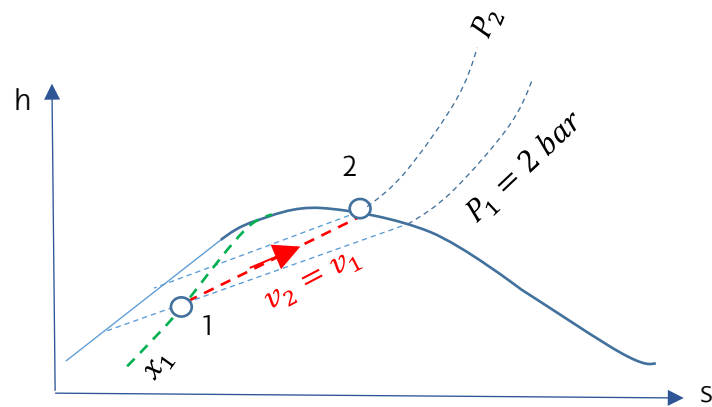
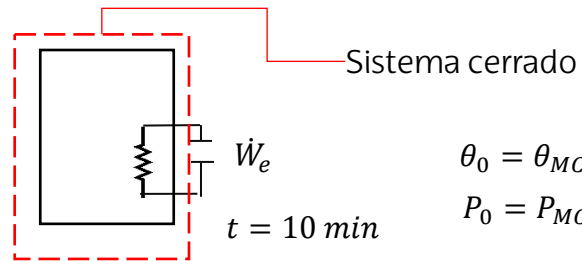


(examen 2026 extraordinaria) Ejercicio 1- Un tanque rígido, hermético y térmicamente aislado contiene 1,5 kg de vapor húmedo a una presión de 200 kPa y una entalpía de 1.654 kJ/kg. En el interior del tanque hay una resistencia eléctrica que se conecta durante 10 minutos, hasta que el vapor pasa a estado de vapor saturado seco. El entorno se encuentra a una temperatura ambiente constante de 25 °C y una presión de 100 kPa. Se pide:

- 1- la potencia eléctrica suministrada.
- 2- la exergía destruida en el proceso
- 3- el rendimiento exergético del proceso

Tómese como estado de referencia el estado del medio circundante.

$$\begin{aligned}
 m &= 1,5 \text{ kg} \\
 P_1 &= 200 \text{ kPa} \\
 h_1 &= 1.654 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\
 x_2 &= 1 \\
 \theta_{MC} &= 25 \text{ }^\circ\text{C} \\
 P_{MC} &= 100 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$



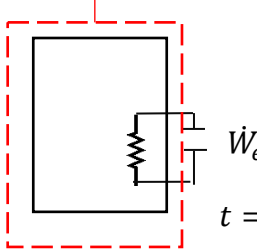
(examen 2026 extraordinaria) Ejercicio 1- Un tanque rígido, hermético y térmicamente aislado contiene 1,5 kg de vapor húmedo a una presión de 200 kPa y una entalpía de 1.654 kJ/kg. En el interior del tanque hay una resistencia eléctrica que se conecta durante 10 minutos, hasta que el vapor pasa a estado de vapor saturado seco. El entorno se encuentra a una temperatura ambiente constante de 25 °C y una presión de 100 kPa.

Se pide:

- 1- la potencia eléctrica suministrada.
- 2- la exergía destruida en el proceso
- 3- el rendimiento exergético del proceso

Tómese como estado de referencia el estado del medio circundante.

$m = 1,5 \text{ kg}$
 $P_1 = 200 \text{ kPa}$
 $h_1 = 1.654 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
 $x_2 = 1$
 $\theta_{MC} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$
 $P_{MC} = 100 \text{ kPa}$



Sistema cerrado

1) ¿ $\dot{W}_e$?

$\dot{W}_e = \frac{W_e}{t}$

Balance de energía en el sistema:

$\cancel{Q} = m \cdot [u_2 - u_1] + \cancel{W} + W_e \rightarrow W_e = -m \cdot [u_2 - u_1]$

$$\textcircled{1} \left\{ \begin{array}{l} P_1 = 200 \text{ kPa} \\ h_1 = 1.654 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} h' = 504,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ h'' = 2.706,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{array} \right. \rightarrow x_1 = \frac{h_1 - h'}{h'' - h'} = \frac{1.654 - 504,7}{2.706,2 - 504,7} = 0,522$$

$$P_1 = 200 \text{ kPa} \left\{ \begin{array}{l} v' = 0,0010605 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \\ v'' = 0,88568 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \end{array} \right. \rightarrow v_1 = x_1 \cdot v'' + (1 - x_1) \cdot v' = 0,522 \cdot 0,88568 + (1 - 0,522) \cdot 0,0010605 = 0,46288 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$u_1 = h_1 - P_1 v_1 = 1.654 - 200 \cdot 0,46288 = 1.561,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\textcircled{2} \left\{ \begin{array}{l} v_2 = v_1 = 0,46288 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \\ x_2 = 1 \end{array} \right. \rightarrow v_2 = v'' \rightarrow \text{Tablas de agua y vapor saturados: } P_2 = P_{sat} \text{ a } v_2 = 4 \text{ bar} \rightarrow h'' = h_2 = 2.738,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$u_2 = h_2 - P_2 v_2 = 2.738,1 - 400 \cdot 0,46288 = 2.552,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \rightarrow W_e = -m \cdot [u_2 - u_1] = -1,5 \cdot (1.561,4 - 2.552,9) = -1.487,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \rightarrow \dot{W}_e = \frac{W_e}{t} = \frac{-1.487,3}{10 \cdot 60} = -2,48 \text{ kW}$$

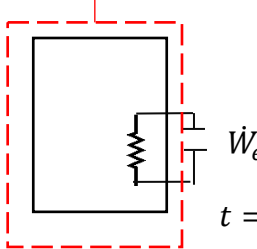
(examen 2026 extraordinaria) Ejercicio 1- Un tanque rígido, hermético y térmicamente aislado contiene 1,5 kg de vapor húmedo a una presión de 200 kPa y una entalpía de 1.654 kJ/kg. En el interior del tanque hay una resistencia eléctrica que se conecta durante 10 minutos, hasta que el vapor pasa a estado de vapor saturado seco. El entorno se encuentra a una temperatura ambiente constante de 25 °C y una presión de 100 kPa.

Se pide:

- 1- la potencia eléctrica suministrada.
- 2- la exergía destruida en el proceso
- 3- el rendimiento exergético del proceso

Tómese como estado de referencia el estado del medio circundante.

$m = 1,5 \text{ kg}$
 $P_1 = 200 \text{ kPa}$
 $h_1 = 1.654 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
 $x_2 = 1$
 $\theta_{MC} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$
 $P_{MC} = 100 \text{ kPa}$



Sistema cerrado

$\theta_0 = \theta_{MC}$
 $P_0 = P_{MC}$

$t = 10 \text{ min}$

2) ¿Ex_D?

$\theta_0 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$
 $P_0 = 1 \text{ bar}$

$$\rightarrow \begin{cases} u_o = c_{v_{H_2O}} \cdot \theta_0 = 4,186 \cdot 25 = 104,65 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ s_o = c_{p_{H_2O}} \cdot \ln\left(\frac{T_o}{273}\right) = 4,186 \cdot \ln\left(\frac{298}{273}\right) = 0,367 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \\ v_o = 0,001 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \end{cases}$$

Balance de exergía en el sistema:

$$A_2 - A_1 = \int \left(1 - \frac{T_o}{T_{\text{sistema}}}\right) \delta Q - [W - P_0 \cdot (\Delta V)] - W_e - Ex_{D_{\text{sistema}}} = -W_e - Ex_{D_{\text{sistema}}}$$

$\textcircled{1} \quad P_1 = 200 \text{ kPa} \quad \begin{cases} s' = 1,5302 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \\ s'' = 7,1269 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \end{cases} \rightarrow s_1 = x_1 \cdot s'' + (1 - x_1) \cdot s' = 0,522 \cdot 7,1269 + (1 - 0,522) \cdot 1,5302 = 4,4855 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

$$A_1 - A_0 = m \cdot (a_1 - a_0) = m \cdot [u_1 - u_o + P_0(v_1 - v_o) - T_o \cdot (s_1 - s_o)] = 1,5 \cdot [1.561,4 - 104,65 + 100 \cdot (0,46288 - 0,001) - 298 \cdot (4,4855 - 0,367)] = 413,4 \text{ kJ}$$

$\textcircled{2} \quad P_2 = P_{\text{sat}} \text{ a } v_2 = 4 \text{ bar} \rightarrow s'' = s_2 = 6,8955 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

$$A_2 - A_0 = m \cdot (a_2 - a_0) = m \cdot [u_2 - u_o + P_0(v_2 - v_o) - T_o \cdot (s_2 - s_o)] = 1,5 \cdot [2.552,9 - 104,65 + 100 \cdot (0,46288 - 0,001) - 298 \cdot (6,8955 - 0,367)] = 823,4 \text{ kJ}$$

$$Ex_{D_{\text{sistema}}} = -W_e - (A_2 - A_1) = -(-1.487,3) - (823,4 - 413,4) = \mathbf{1.077,3 \text{ kJ}}$$

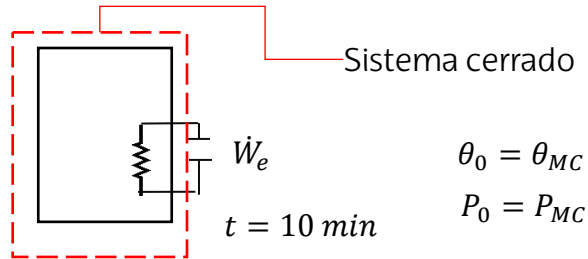
(examen 2026 extraordinaria) Ejercicio 1- Un tanque rígido, hermético y térmicamente aislado contiene 1,5 kg de vapor húmedo a una presión de 200 kPa y una entalpía de 1.654 kJ/kg. En el interior del tanque hay una resistencia eléctrica que se conecta durante 10 minutos, hasta que el vapor pasa a estado de vapor saturado seco. El entorno se encuentra a una temperatura ambiente constante de 25 °C y una presión de 100 kPa.

Se pide:

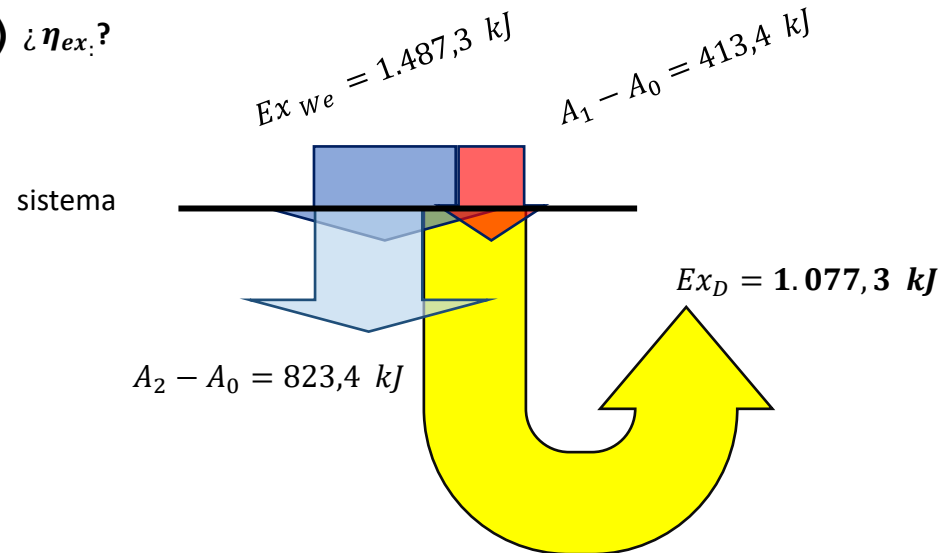
- 1- la potencia eléctrica suministrada.
- 2- la exergía destruida en el proceso
- 3- el rendimiento exergético del proceso

Tómese como estado de referencia el estado del medio circundante.

$$\begin{aligned}
 m &= 1,5 \text{ kg} \\
 P_1 &= 200 \text{ kPa} \\
 h_1 &= 1.654 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\
 x_2 &= 1 \\
 \theta_{MC} &= 25 \text{ }^\circ\text{C} \\
 P_{MC} &= 100 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$



3) ¿ η_{ex} ?



$$\eta_{ex} = \frac{A_2 - A_1}{Ex_{we}} = \frac{410}{1.487,3} = \% 27,57$$

(examen 2026 extraordinaria) **Ejercicio 2** – A un intercambiador de calor entra un gasto de 2 kg/s de nitrógeno a 20 °C y se calienta hasta 40 °C mediante 1.500 m³/h de aire a 75 °C y 2 atm. El intercambiador tiene unas pérdidas de calor del 10% del calor cedido por el aire. El medio circundante se encuentra a 17 °C.

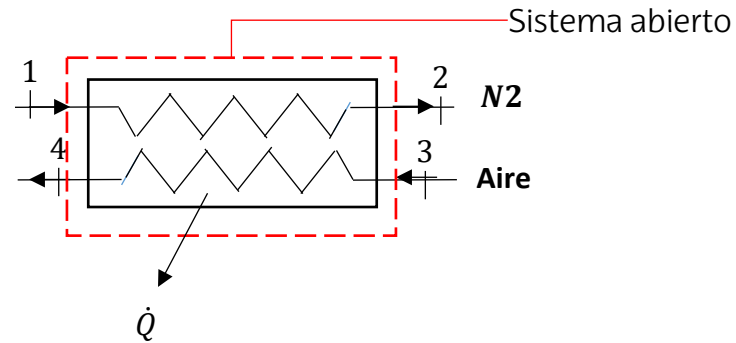
Calcúlese:

- La entropía generada en el intercambiador
- La exergía destruida en el intercambiador
- El rendimiento exergético del intercambiador

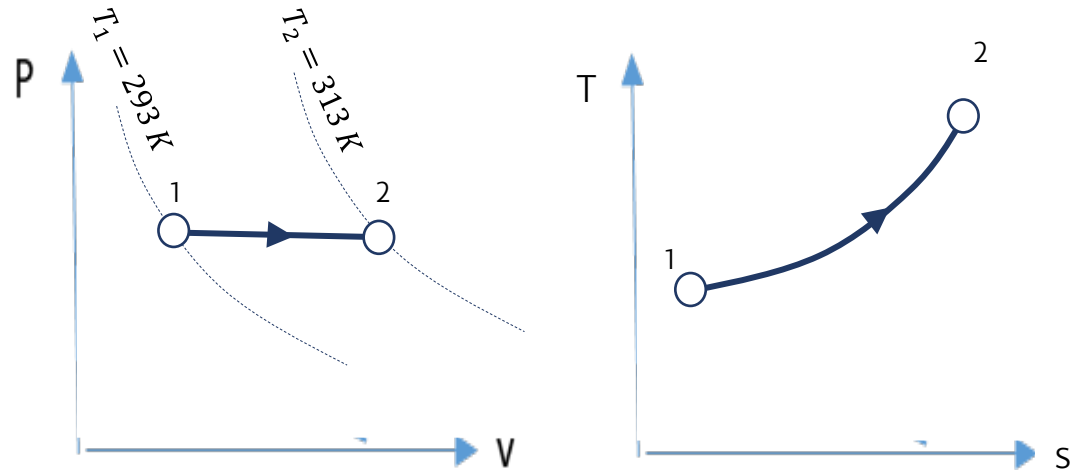
Tómese como estado de referencia 15°C y 1 bar

DATOS:

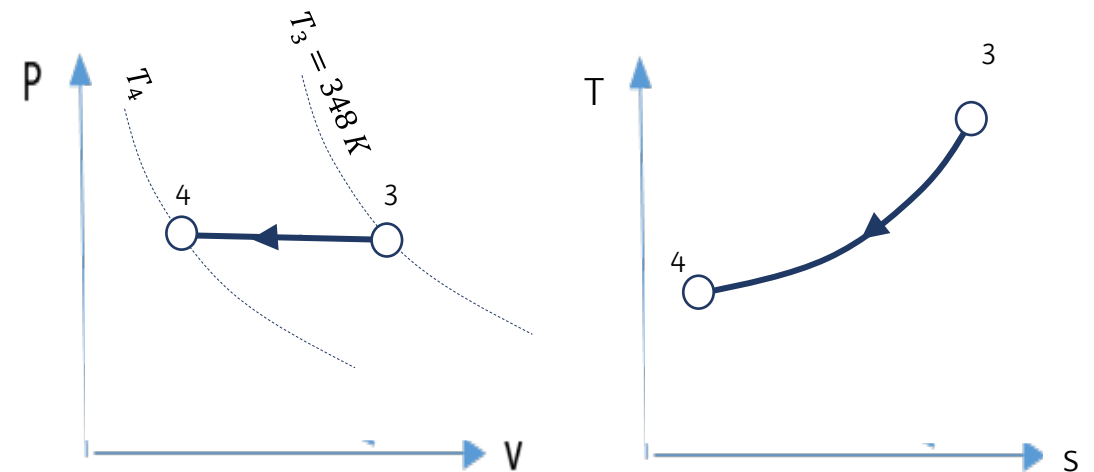
$\dot{m}_{N_2} = 2 \frac{kg}{s}$	$P_3 = 2 atm$
$\theta_0 = 15 \text{ } ^\circ C$	$\theta_1 = 20 \text{ } ^\circ C$
$\theta_3 = 75 \text{ } ^\circ C$	$\dot{V}_3 = 1.500 \frac{m^3}{h}$
$P_0 = 1 bar$	$\theta_2 = 40 \text{ } ^\circ C$
$\theta_{MC} = 17 \text{ } ^\circ C$	$\dot{Q} = 10\% \cdot \dot{Q}_{aire}$



N2



Aire



(examen 2026 extraordinaria) **Ejercicio 2** – A un intercambiador de calor entra un gasto de 2 kg/s de nitrógeno a 20 °C y se calienta hasta 40 °C mediante 1.500 m³/h de aire a 75 °C y 2 atm. El intercambiador tiene unas pérdidas de calor del 10% del calor cedido por el aire. El medio circundante se encuentra a 17 °C.

Calcúlese:

- La entropía generada en el intercambiador
- La exergía destruida en el intercambiador
- El rendimiento exergético del intercambiador

Tómese como estado de referencia 15°C y 1 bar

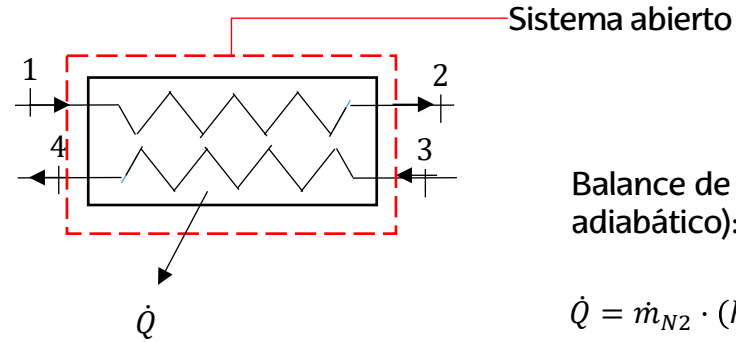
DATOS:

$$\dot{m}_{N_2} = 2 \frac{kg}{s} \quad P_3 = 2 \text{ atm}$$

$$\theta_0 = 15 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \theta_1 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \theta_3 = 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$P_0 = 1 \text{ bar} \quad \theta_2 = 40 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \dot{V}_3 = 1.500 \frac{m^3}{h}$$

$$\theta_{MC} = 17 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \dot{Q} = 10\% \cdot \dot{Q}_{aire}$$



a) ¿ $\dot{S}_G$?

$$\dot{m}_{aire} = \frac{P_{MC} \cdot \dot{V}_3}{R'_{aire} \cdot T_3} = \frac{202,650 \cdot \frac{1500}{3600}}{0,287 \cdot 343} = 0,8454 \frac{kg}{s}$$

Balance de energía en el sistema (el intercambiador tiene pérdidas, es decir, no es adiabático):

$$\left. \begin{aligned} \dot{Q} &= \dot{m}_{N_2} \cdot (h_2 - h_1) + \dot{m}_{aire} \cdot (h_4 - h_3) \\ \dot{Q} &= 10\% \cdot \dot{m}_{aire} \cdot (h_4 - h_3) \end{aligned} \right\} h_4 = \frac{\dot{m}_{N_2} \cdot (h_2 - h_1)}{(0,1 - 1) \cdot \dot{m}_{aire}} + h_3 \rightarrow$$

Considerando el nitrógeno y el aire como gases ideales:

$$\rightarrow h_4 = \frac{\dot{m}_{N_2} \cdot (h_2 - h_1)}{(0,1 - 1) \cdot \dot{m}_{aire}} + h_3 = \frac{\dot{m}_{N_2} \cdot c_{P_{N_2}} (\theta_2 - \theta_1)}{(0,1 - 1) \cdot \dot{m}_{aire}} + c_{P_{aire}} \cdot \theta_3 = \frac{2 \cdot 1,034 \cdot (40 - 20)}{(0,1 - 1) \cdot 0,8454} + 1,0045 \cdot (75 + 273) = 295 \frac{kJ}{kg}$$

$$T_4 = \frac{h_4}{c_{P_{aire}}} = \frac{295}{1,0045} = 293,88 \text{ K} = 20,88 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Balance de entropía en el sistema :

$$\dot{m}_{N_2} \cdot (s_2 - s_1) + \dot{m}_{aire} \cdot (s_4 - s_3) = \int \frac{\partial \dot{Q}}{T} + \dot{S}_G = \frac{\dot{Q}}{T_{MC}} + \dot{S}_G \rightarrow \dot{S}_G = \dot{m}_{N_2} \cdot (s_2 - s_1) + \dot{m}_{aire} \cdot (s_4 - s_3) - \frac{\dot{Q}}{T_{MC}}$$

Extendemos la frontera hasta el medio circundante próximo para tener una temperatura constante conocida y poder resolver la integral:

$$\dot{m}_{N_2} \cdot (s_2 - s_1) = \dot{m}_{N_2} \left[c_{P_{N_2}} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1} - R'_{N_2} \cdot \ln \frac{P_2}{P_1} \right] = 2 \cdot \left[1,034 \cdot \ln \frac{313}{293} \right] = 0,1365 \frac{kW}{K}$$

$$\dot{m}_{aire} \cdot (s_4 - s_3) = \dot{m}_{aire} \left[c_{P_{aire}} \cdot \ln \frac{T_4}{T_3} - R'_{aire} \cdot \ln \frac{P_4}{P_3} \right] = 0,8454 \cdot \left[1,0045 \cdot \ln \frac{293,88}{348} \right] = -0,14353 \frac{kW}{K}$$

(examen 2026 extraordinaria) **Ejercicio 2** – A un intercambiador de calor entra un gasto de 2 kg/s de nitrógeno a 20 °C y se calienta hasta 40 °C mediante 1.500 m³/h de aire a 75 °C y 2 atm. El intercambiador tiene unas pérdidas de calor del 10% del calor cedido por el aire. El medio circundante se encuentra a 17 °C.

Calcúlese:

- La entropía generada en el intercambiador
- La exergía destruida en el intercambiador
- El rendimiento exergético del intercambiador

Tómese como estado de referencia 15°C y 1 bar

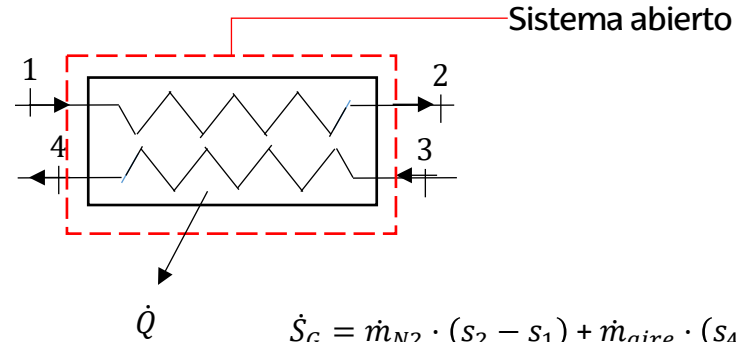
DATOS:

$$\dot{m}_{N_2} = 2 \frac{kg}{s} \quad P_3 = 2 \text{ atm}$$

$$\theta_0 = 15 \text{ } ^\circ C \quad \theta_1 = 20 \text{ } ^\circ C \quad \theta_3 = 75 \text{ } ^\circ C$$

$$P_0 = 1 \text{ bar} \quad \theta_2 = 40 \text{ } ^\circ C \quad \dot{V}_3 = 1.500 \frac{m^3}{h}$$

$$\theta_{MC} = 17 \text{ } ^\circ C \quad \dot{Q} = 10\% \cdot \dot{Q}_{aire}$$



a) $\dot{S}_G$?

$$\dot{S}_G = \dot{m}_{N_2} \cdot (s_2 - s_1) + \dot{m}_{aire} \cdot (s_4 - s_3) - \frac{\dot{Q}}{T_{MC}}$$

$$\dot{m}_{N_2} \cdot (s_2 - s_1) = \dot{m}_{N_2} \left[c_{P_{N_2}} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1} - R'_{N_2} \cdot \ln \frac{P_2}{P_1} \right] = 2 \cdot \left[1,034 \cdot \ln \frac{313}{293} \right] = 0,1365 \frac{kW}{K}$$

$$\dot{m}_{aire} \cdot (s_4 - s_3) = \dot{m}_{aire} \left[c_{P_{aire}} \cdot \ln \frac{T_4}{T_3} - R'_{aire} \cdot \ln \frac{P_4}{P_3} \right] = 0,8454 \cdot \left[1,0045 \cdot \ln \frac{293,88}{348} \right] = -0,14353 \frac{kW}{K}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{N_2} \cdot (h_2 - h_1) + \dot{m}_{aire} \cdot (h_4 - h_3) = \dot{m}_{N_2} \cdot c_{P_{N_2}} (\theta_2 - \theta_1) + \dot{m}_{aire} \cdot c_{P_{aire}} (\theta_4 - \theta_3) = 2 \cdot 1,034 \cdot (40 - 20) + 0,8454 \cdot 1,0045 \cdot (293,88 - 348) = -4,59 \text{ kW}$$

$$\dot{S}_G = \dot{m}_{N_2} \cdot (s_2 - s_1) + \dot{m}_{aire} \cdot (s_4 - s_3) - \frac{\dot{Q}}{T_{MC}} = 0,1365 - 0,14353 - \frac{-4,59}{(17 + 273)} = 0,008868 \frac{kW}{K}$$

(examen 2026 extraordinaria) **Ejercicio 2** – A un intercambiador de calor entra un gasto de 2 kg/s de nitrógeno a 20 °C y se calienta hasta 40 °C mediante 1.500 m³/h de aire a 75 °C y 2 atm. El intercambiador tiene unas pérdidas de calor del 10% del calor cedido por el aire. El medio circundante se encuentra a 17 °C.

Calcúlese:

- La entropía generada en el intercambiador
- La exergía destruida en el intercambiador
- El rendimiento exergético del intercambiador

Tómese como estado de referencia 15°C y 1 bar

b) ¿ $\dot{E}x_D$? Balance de exergía en el sistema:

$$\dot{E}x_D = -\dot{m}_{N_2} \cdot [a_{f_2} - a_{f_1}] - \dot{m}_{aire} [a_{f_4} - a_{f_3}] + \int \left(1 - \frac{T_o}{T_{MC}}\right) \delta \dot{Q} - \dot{W}$$

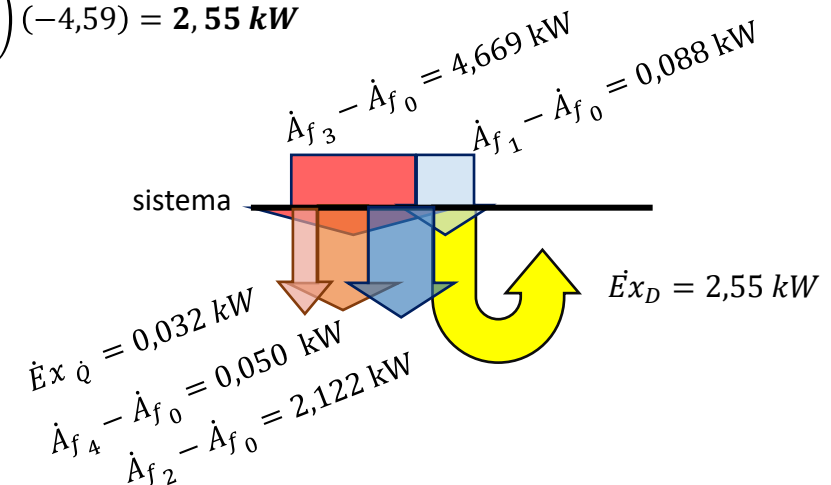
$$\dot{m}_{N_2} \cdot (a_{f_2} - a_{f_1}) = \dot{m}_{N_2} \cdot [(h_2 - h_1) - T_o \cdot (s_2 - s_1)] = \dot{m}_{N_2} \cdot c_{p_{N_2}} (\theta_2 - \theta_1) - \dot{m}_{N_2} \cdot T_o \cdot (s_2 - s_1) = 2 \cdot [1,034 \cdot (40 - 20) - 288 \cdot 0,1365] = 2,0332 \text{ kW}$$

$$\dot{m}_{aire} \cdot (a_{f_4} - a_{f_3}) = \dot{m}_{aire} \cdot [(h_4 - h_3) - T_o \cdot (s_4 - s_3)] = \dot{m}_{aire} \cdot c_{p_{aire}} \cdot (\theta_4 - \theta_3) - \dot{m}_{aire} \cdot T_o \cdot (s_4 - s_3) = 0,8454 \cdot [1,0045 \cdot (293,88 - 348) - 288 \cdot (-0,14353)] = -4,6189 \text{ kW}$$

$$\dot{E}x_D = -\dot{m}_{N_2} \cdot [a_{f_2} - a_{f_1}] - \dot{m}_{aire} [a_{f_4} - a_{f_3}] + \left(1 - \frac{T_o}{T_{MC}}\right) \dot{Q} = -2,0332 - (-4,6189) + \left(1 - \frac{288}{290}\right) (-4,59) = 2,55 \text{ kW}$$

c) ¿ η_{ex} ?

$$\eta_{ex} = \frac{\dot{A}_{f_2} - \dot{A}_{f_1}}{\dot{A}_{f_3} - \dot{A}_{f_4}} = \frac{2,033}{4,619} = \% 44$$



(examen 2026 extraordinaria) **Ejercicio 3** – En un ensayo experimental realizado en un túnel de viento se estudia la transferencia de calor por convección forzada externa en cascos sometidos a un flujo de aire frontal uniforme. Dos configuraciones distintas de casco, denominadas Casco A y Casco B, presentan la misma forma general y el mismo diámetro equivalente, pero difieren en aberturas, protuberancias y detalles geométricos superficiales. Estas diferencias provocan distintos comportamientos del flujo alrededor de cada casco y, en consecuencia, diferentes tasas de disipación convectiva de calor. Durante el ensayo se midieron las pérdidas de calor por convección en ambos cascos bajo condiciones idénticas de flujo, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Casco	Pérdida total convectiva (W/m²)
Casco A	512,8
Casco B	596,4

Datos del ensayo:

Temperatura ambiente: 18 °C

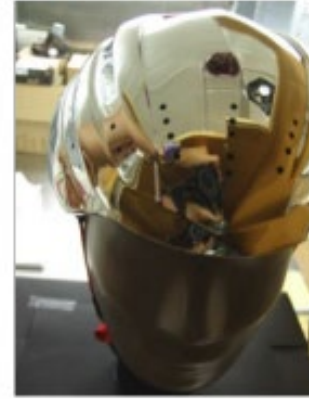
Velocidad del aire frontal en el banco: 21,6 km/h

Temperatura superficial promedio del casco: 30,5 °C

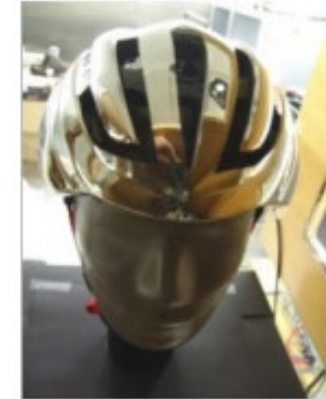
Diámetro equivalente del casco: 22 cm



Casco A



Casco B



Calcúlese:

- el coeficiente de convección h correspondiente a cada casco, a partir de los datos experimentales.
- el número de Nusselt experimental para cada casco.
- el número de Reynolds del flujo de aire en el túnel de viento, tomando como longitud característica el diámetro equivalente del casco.
- Utilizando la siguiente correlación empírica para convección forzada externa sobre una hemiesfera lisa, calcular el valor teórico de Nu y del coeficiente de convección h

$$Nu = 2 + 0,6 \cdot Re^{\frac{1}{2}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}}$$

para una temperatura característica igual a la temperatura de película (promedio fluido-superficie).

- Comparar los resultados experimentales con los obtenidos mediante la correlación y discutir las posibles causas de las discrepancias

(examen 2026 extraordinaria) **Ejercicio 3 –**

Casco	Pérdida total convectiva (W/m²)
Casco A	512,8
Casco B	596,4

Datos del ensayo:

Temperatura ambiente: 18 °C

Velocidad del aire frontal en el banco: 21,6 km/h

Temperatura superficial promedio del casco: 30,5 °C

Diámetro equivalente del casco: 22 cm

$$N_u = 2 + 0,6 \cdot R_e^{\frac{1}{2}} \cdot P_r^{\frac{1}{3}}$$

DATOS:

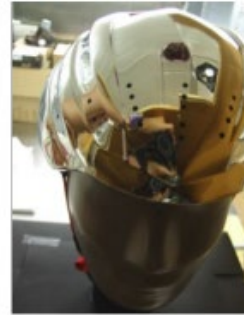
$$\theta_{f-ext} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_s = 30,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$c_{ext} = 21,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 21,6 \cdot \frac{1}{3,6} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$D_{eq} = 22 \text{ cm}$$

Casco A



$$\left[\frac{\dot{Q}}{A} \right]_{\text{Casco A}} = 512,8 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Casco B



$$\left[\frac{\dot{Q}}{A} \right]_{\text{Casco B}} = 596,4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

a) $\dot{Q} = h \cdot A \cdot \Delta\theta_{s-f}$

$$h_{\text{Casco A}} = \frac{\dot{Q}}{A} \cdot \frac{1}{\Delta\theta_{s-f}} = 512,8 \cdot \frac{1}{(\theta_s - \theta_{f-ext})} = 512,8 \cdot \frac{1}{(30,5 - 18)} = 41 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$\theta_{c.c.} = \frac{\theta_s + \theta_{f-ext}}{2} = \frac{30,5 + 18}{2} = 24,25 \text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow$$

$$h_{\text{Casco B}} = \frac{\dot{Q}}{A} \cdot \frac{1}{\Delta\theta_{s-f}} = 596,4 \cdot \frac{1}{(30,5 - 18)} = 47,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

b) $N_{u\text{Casco A}} = \frac{h_{\text{Casco A}} \cdot D_{eq}}{k} = \frac{41 \cdot 0,22}{0,0254545} = 354,6$

$$Re = \frac{c_{aire} \cdot D_{eq}}{\nu} = \frac{6 \cdot 0,22}{0,000015551} = 8,49 \cdot 10^4$$

$$N_{u\text{Casco B}} = \frac{h_{\text{Casco B}} \cdot D_{eq}}{k} = \frac{47,7 \cdot 0,22}{0,0254545} = 412,4$$

c)

d) $N_u = 2 + 0,6 \cdot R_e^{\frac{1}{2}} \cdot P_r^{\frac{1}{3}} = 2 + 0,6 \cdot (8,49 \cdot 10^4)^{\frac{1}{2}} \cdot 0,729^{\frac{1}{3}} = 159$

$$h = \frac{N_u \cdot k}{D_{eq}} = \frac{159 \cdot 0,0254545}{0,22} = 18,4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

θ_{cc}	24,25 °C
PROPIEDADES AIRE A $\theta_{cc} = \theta_{\text{película}}$	
β	0,003364172
Pr	0,729795
ν	0,000015551 m²/s
ρ	1,187 kg/m³
cp	1007 J/Kg K
k	0,0254545 W/(mK)

- e) Las discrepancias entre los resultados a partir de datos experimentales y los obtenidos con la correlación empleada, se deben a que la correlación corresponde a una esfera lisa idea y sin detalles geométricos, por lo que no captura el flujo real, no considera las aberturas, protuberancias, etc., por lo que subestima el transporte de calor. Aunque el casco tenga un diámetro equivalente similar, su geometría real incluye aberturas y entradas de aire, protuberancias, ranuras, superficies no uniformes, bordes y zonas de recirculación. Estas características modifican el desarrollo de la capa límite, aumentando la mezcla del flujo y favoreciendo la transición temprana a turbulencia. Una mayor turbulencia local incrementa el intercambio de momento y calor en la capa límite, lo que aumenta el gradiente térmico efectivo en la superficie y, por tanto, el coeficiente de convección h .