

BALANCES DE ENERGÍA

Problema nº 31)

[04-03] Considérese una turbina de vapor que funciona con vapor de agua que incide sobre la misma con una velocidad de 60 m/s, a una presión de 4.000 kN/m² y 673 K. El vapor sale de ella con un desnivel de 6 m respecto a la entrada, a presión atmosférica (101,3 kN/m²) y a una temperatura de 398 K, con una velocidad de 300 m/s.

Sabiendo que la turbina se ha diseñado para producir una potencia teórica de 40 kW con un caudal másico de vapor de 450 kg/h y que las pérdidas totales producidas durante su funcionamiento en régimen estacionario son de 90.000 kJ/h, calcular el rendimiento de la turbina.

Datos:

A partir de las tablas termodinámicas del vapor de agua puede obtenerse:

P [kN/m ²]	T [K]	U [kJ/kg]	ρ [kg/m ³]
4.000	673	2.920	13,6
101,3	398	2.542	0,55

Problema nº 32)

[04-04] Se está comprimiendo aire de 100 kPa y 255 K (estado en el que tiene una entalpía de 489 kJ/kg) a 1.000 kPa y 278 K (estado en el que tiene una entalpía de 509 kJ/kg). La velocidad de salida del aire del compresor es de 60 m/s, mientras que la de la entrada se considera despreciable.

¿Qué potencia en kW debe tener el compresor si la carga es de 100 kg/h de aire y el sistema es eminentemente adiabático?

Datos:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Problema nº 33)

[04-08] Se desea calentar desde 20 °C hasta 300 °C un flujo que contiene 10% en volumen de metano y 90% en volumen de aire. Calcular la velocidad de entrada de calor requerida (en kilovatios), si la velocidad de flujo del gas es 2.000 l/min (en CN).

Datos:

Para el intervalo de temperaturas considerado, se pueden tomar los siguientes calores específicos medios:

Gas	C _p [J/(mol·°C)]
Metano	43,18
Aire	29,38

Problema nº 34)

[04-13] Para reducir el contenido en agua de una muestra de caseína se utiliza un secadero que consume 4 Nm³/h de gas natural que tiene un poder calorífico de 800 kJ/mol. La caseína húmeda entra en el secadero a razón de 60 kg/h con un 55 % de humedad y sale del mismo con una humedad del 10%.

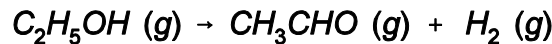
Calcular la eficacia térmica del secadero, definida como el calor necesario respecto al calor aportado.

Datos:

El calor latente de vaporización del agua en las condiciones del secadero es de 2.257 kJ/kg.

Problema nº 35)

[04-18] Se lleva a cabo la deshidrogenación de etanol para formar acetaldehído en un reactor adiabático:

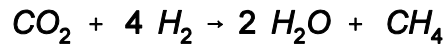


El reactor se alimenta con el vapor de etanol a 300 °C, y se obtiene una conversión del 30%.

Calcular la temperatura del producto, usando las siguientes capacidades caloríficas constantes [kJ/(kmol·°C)]: etanol: 110; acetaldehído: 80; hidrógeno: 29. La entalpía de la reacción es $\Delta H_r (25 \text{ °C}) = +68.950 \text{ kJ/kmol}$.

Problema nº 36)

[04-27] En un reactor catalítico se lleva a cabo la reacción:



Si la reacción es completa, los reactivos entran al reactor en proporciones estequiométricas y tanto la corriente de entrada como la de salida se encuentran a 500 °C, calcular el calor que se pierde a través de las paredes del reactor por cada kilomol de dióxido de carbono convertido.

Datos:

Entalpías de formación a 25 °C y 1 atm:

Compuesto	ΔH_f° [kcal/kmol]
CO ₂	- 94.059
H ₂ O	- 57.798
CH ₄	- 17.889

Capacidades caloríficas medias en el intervalo de temperaturas considerado:

Compuesto	C_p [kcal/(kmol·°C)]
CO ₂	10,2
H ₂	7,0
H ₂ O (v)	8,4
CH ₄	9,6

Problema nº 37)

[04-26] Se quema por completo monóxido de carbono a 10 °C y una presión de 2 atm con 50 % de aire en exceso que está a 538 °C. Los productos de la combustión salen de la cámara de combustión a 427 °C.

Calcular el calor generado en la cámara de combustión expresado en kilojulios por kilogramo de CO que entra.

Datos:

Entalpías de formación a 25 °C y 1 atm:

Compuesto	ΔH_f° [kJ/mol]
CO	- 110,52
CO ₂	- 393,51

Capacidades caloríficas medias en el intervalo de temperaturas considerado:

Compuesto	C_p [kJ/(kmol·°C)]
CO	29,64
O ₂	30,45
N ₂	29,51
CO ₂	40,78

Problema nº 38)

[04-21] Una caldera produce 4.536 kg/h de vapor de agua saturado y seco a 20,6 bar ($T_s = 214$ °C; $\lambda = 450$ kcal/kg) a partir de un agua de alimentación que se encuentra a 37,8 °C. El consumo de combustible es de 499 kg/h a una temperatura de 25 °C, con un poder calorífico ($-\Delta H_R$) de 32.564 kJ/kg y una composición en peso de 84% de carbono, 4% de oxígeno, 4% de hidrógeno y 8% de cenizas.

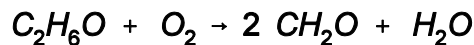
La composición volumétrica de los gases de escape es la siguiente: 10% de CO₂; 9,5% de O₂ y 80,5% de N₂. La temperatura de dichos gases es de 228 °C y el aire entra en la cámara de combustión a 25 °C.

Tomando como valor medio de la capacidad calorífica para los gases de escape secos el de 0,24, para el agua líquida el de 1, para el vapor de agua el de 0,46

kcal/(kg·K) y tomando como calor latente de vaporización del agua 540 kcal/kg, hágase un balance de energía para la caldera con el fin de evaluar las pérdidas de calor en kW.

Problema nº 39)

[04-25] En un proceso continuo se produce formaldehído por oxidación de éter dimetílico según la siguiente reacción:



Al reactor, que opera en condiciones isoterms a 753 K con una conversión del 100%, se alimenta una mezcla gaseosa constituida por el éter y un 40% en exceso de aire, que previamente se calienta hasta 373 K. Calcular por cada kilogramo de formaldehído producido:

- a) El calor consumido en la precalefacción de la mezcla alimento, que originalmente se encuentra a 298 K.
- b) El calor que es necesario eliminar en el reactor para mantener las condiciones isotérmicas.

Datos:

Entalpías de formación a 25 °C y 1 atm:

Compuesto	ΔH_f° [kJ/mol]
Éter dimetílico	- 157,00
Formaldehído	- 115, 89
Agua (v)	- 241,83

Capacidades caloríficas medias en el intervalo de temperaturas considerado:

Compuesto	C_p [J/(mol·°C)]
Éter dimetílico	34,9
Formaldehído	53,8
Oxígeno	30,8
Nitrógeno	29,3
Agua (v)	35,0

Problema nº 40)

[04-32] En el hogar de una caldera se quema un gas combustible, cuya composición en tanto por ciento en volumen es la siguiente:

Gas	% volumen
H ₂	35,0
CO	21,2
CH ₄	15,8
CO ₂	2,5
N ₂	25,5

La combustión se realiza con un 20% en exceso de aire sobre el requerido para la combustión total. Tanto el gas combustible como el aire entran en el horno precalentados a 300 °C y los gases de combustión lo abandonan a 600 °C.

Suponiendo que la combustión es total, determinar la composición sobre base húmeda de los gases de combustión formados y el calor transmitido a la caldera por cada 100 kmol de gas combustible quemados, suponiendo que no se producen pérdidas al exterior.

Datos:

Capacidades caloríficas medias en el intervalo de temperaturas considerado:

Compuesto	C _p [cal/(mol·°C)]
H ₂	7,00
N ₂	7,10
CO	2,70
O ₂	7,50
CO ₂	10,8
CH ₄	11,6
H ₂ O	8,50

Entalpías de combustión a 25 °C y 1 atm:

Compuesto	ΔH _c ^o [cal/mol]
CO	- 67.600
H ₂	- 58.000
CH ₄	- 192.800