

BORQUEZ PEREZ, Juan Manuel

Leg: 13567

Esp: Mecatrónica.

PROBLEMA - TEMA 6

Un flujo de hidrógeno de 10 kg/s entra al compresor con una velocidad de 2.5 m/s y una presión de 1.5 bar . El hidrógeno sale comprimido a 28 bar y con un volumen específico de $0.5 \text{ m}^3/\text{kg}$. En la salida del compresor se registra una velocidad de 18 m/s . Determinar:
 diferencia de entrada de $0.8 \text{ m}^3/\text{kg}$

- Sistema, límites y transformación, realizando el diagrama con esbozo.
- La expresión matemática de la transformación y el valor del exponente.
- La variación de energía cinética (kJ)
- La variación de entalpía (kJ)
- El trabajo requerido para accionar el compresor (kJ)
- El calor intercambiado (kJ/s)
- La relación entre las áreas transversales de los conductos de entrada y salida.
- Represente gráficamente la transformación en un diagrama P-v, indicando el trabajo.
- Interprete los intercambios energéticos teniendo en cuenta el balance de energía.

Perth

BORQUEZ PEREZ, Juan Manuel
Leg: 13567
Esp: Mecatrónica

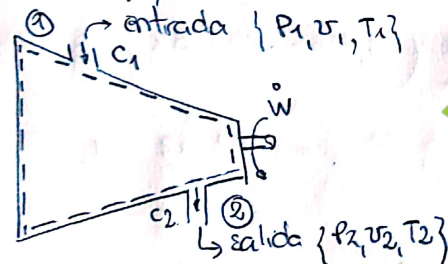
Reducción

a) **SISTEMA:** Volumen de control (sustancia H₂), monocompente, homogéneo, químico, ideal (supone comportamiento de gas ideal para H₂).

LÍMITES: Adiabáticos, rígidos, reales (las paredes del compresor) / longitudinales

Diatérmicos (en las superficies de entrada y salida) y fijos (respecto del observador).

TRANSFORMACIÓN: S.A.R.E (Consideramos que las propiedades intensivas y extensivas son constantes en el tiempo en cada punto en las superficies de entrada y salida y en el v.c.). Transformación abierta (en principio politrópica) y cuasi-estática.



b) $P_1 v_1^n = P_2 v_2^n$
 $P_1/P_2 = (v_2/v_1)^n$

$$\ln(P_1/P_2) = n \ln(v_2/v_1)$$

$$n = \frac{\ln(P_1/P_2)}{\ln(v_2/v_1)} = \frac{\ln(1.5 \text{ bar}/2.8 \text{ bar})}{\ln[(0.5 \text{ m}^3/\text{kg})/(0.8 \text{ m}^3/\text{kg})]} = 1.33$$

c) $\Delta e_c = \frac{(c_2^2 - c_1^2)}{2} = \frac{(1.8 \text{ m/s})^2 - (2.5 \text{ m/s})^2}{2} = -1.505 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

$$\dot{\Delta E}_C = \dot{m} \Delta e_c = 10 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot (-1.505 \frac{\text{J}}{\text{kg}}) = -15.05 \frac{\text{J}}{\text{s}} = -15.05 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

$$\dot{\Delta E}_C = -15.05 \cdot 10^{-3} \text{ kW}$$

PUU

MURQUEZ PEREZ, Juan Manuel
Leg: 13667
Esp: Mecatrónica.

(3)

d) Determinamos primero ΔT (intervalo de temperatura)

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{R} = \frac{1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,8 \text{ m}^3/\text{kg}}{4,1240 \text{ kJ/kgK}} = \frac{1,5 \cdot 10^2 \text{ kPa} \cdot 0,8 \text{ m}^3/\text{kg}}{4,1240 \text{ kJ/kgK}}$$

ecuación de estado
de gases ideales.

$$T_1 = 29,098 \text{ K}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{R} = \frac{2,8 \cdot 10^2 \text{ kPa} \cdot 0,3 \text{ m}^3/\text{kg}}{4,1240 \text{ kJ/kgK}} = 33,948 \text{ K}$$

Consideramos C_p correspondiente a $T = 250 \text{ K}$ (temperatura más baja en la Tabla A-2 b)

$$\text{Se da tiene: } C_p = 14,051 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$$

$$\text{luego: } \Delta h = C_p \cdot \Delta T = 14,051 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (33,948 \text{ K} - 29,098 \text{ K}) = 68,142 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{luego } \dot{\Delta H} = \dot{m} \Delta h = 10 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 68,142 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = \boxed{681,42 \text{ kW}}$$

e) Se tiene: $w_c = n w$

$$w = \frac{R \cdot \Delta T}{1-n} = \frac{4,1240 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (33,948 \text{ K} - 29,098 \text{ K})}{1-1,33} = -60,98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$w_c = 1,33 \cdot (-60,98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) = -80,98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{luego: } \dot{w}_c = \dot{m} w_c = 10 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot (-80,98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) = \boxed{-809,85 \text{ kW}}$$

f) Consideramos el balance de energía despreciando Δep .

$$\dot{m} (\Delta h + \Delta ec) = \dot{Q} - \dot{w}_c$$

$$\text{luego: } \dot{m} (\Delta h + \Delta ec) + \dot{w}_c = \dot{Q}$$

$$\Delta h + \Delta ec + \dot{w}_c = \dot{Q}$$

$$\dot{Q} = 681,42 \text{ kW} + (-15,05 \cdot 10^{-3} \text{ kW}) + 809,85 \text{ kW}$$

$$\boxed{\dot{Q} = 1491,26 \text{ kJ/s.}}$$

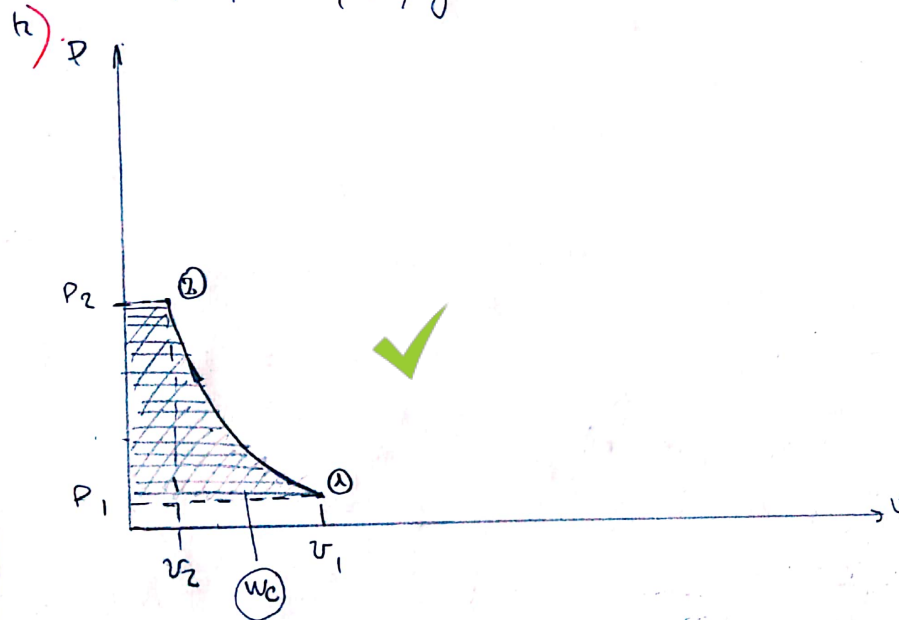
BORQUEZ PEREZ, Juan Manuel
 Leg: 13567
 Esp: Mecatrónica.

(4)

g) Se tiene:

$$\dot{m} = \frac{A_1 C_1}{v_1} = \frac{A_2 C_2}{v_2} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{C_2}{C_1} \cdot \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{18 \text{ m/s} \cdot 0.8 \text{ m}^3/\text{kg}}{7.5 \text{ m/s} \cdot 0.5 \text{ m}^3/\text{kg}} = 1.52$$



i) Se incorpora calor al volumen de control, ~~energía que se~~
 y se incorpora trabajo para comprimir al hidrógeno.
 Esta energía incorporada se invierte ^{en parte} en un aumento de entalpía.
 (por lo tanto aumenta la energía interna de la masa circulante y así la temperatura). También hay una reducción de la energía cinética de la masa circulante ~~ante la elevación de la~~

Rued

Índice de comentarios

2.1 SARE: incompleto