

Problema (2.70)

Datos

Motor diesel comprime aire según $PV^{1/3} = A$ (cte)

$$P_1 = 100 \text{ kPa}$$

$$V_1 = 1.300 \text{ cm}^3 \quad V_2 = 80 \text{ cm}^3$$

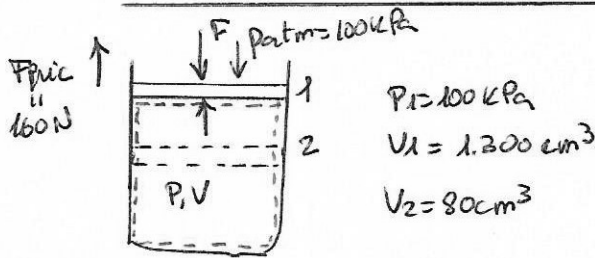
Incongnitas

(a) representación en P-V

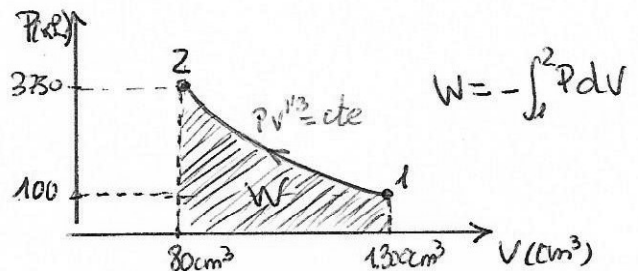
(b) sin fricción $W_{\text{comp}} \text{ (KJ)}$?

(c) si $F_{\text{fric}} = 160 \text{ N}$, $P_{\text{atm}} = 100 \text{ kPa}$, $A = 80 \text{ cm}^2$, $W_{\text{comp}} \text{ (KJ)}$?

Soluciones



$$(a) \quad P_2 = \frac{P_1 V_1^{1/3}}{V_2^{1/3}} = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{1/3} = 100 \text{ kPa} \cdot \left(\frac{1.300}{80} \right)^{1/3} = 3.750 \text{ kPa}$$

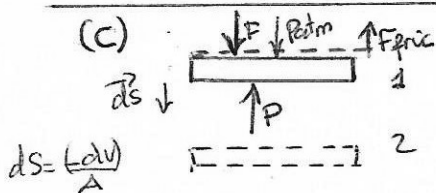


$$(b) \quad W_{\text{comp/exp}} = -\int_1^2 P dV = -\int_1^2 C dV = -C \frac{(V_2^{-n+1} - V_1^{-n+1})}{-n+1} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{n-1}$$

$$W_{\text{comp/exp}} = \frac{3.750 \text{ kPa} \cdot 80 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 - 100 \text{ kPa} \cdot 1300 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{0.3} = 0.567 \text{ KJ}$$

$$W_{\text{comp}} = 0.567 \text{ KJ}$$

El aire está recibiendo un trabajo desde el exterior. Se trata de un trabajo de compresión ($W_{\text{ext}} > 0$)



Balance de fuerzas: $F_{\text{ext}} = (P - P_{\text{atm}})A + F_{\text{fric}}$

$$W = \int_1^2 F_{\text{ext}} \cdot ds = + \int_1^2 F_{\text{ext}} \cdot ds = - \int_1^2 \frac{F_{\text{ext}}}{A} \cdot dV$$

trabajo realizado por una fuerza exterior

$$W_{\text{por fuerza exterior}} = -\int_1^2 (P - P_{\text{atm}}) dV + \int_1^2 \frac{F_{\text{fric}}}{A} dV = \underbrace{\left(-\int_1^2 P dV \right)}_{+0.567 \text{ KJ}} + \underbrace{\int_1^2 \frac{F_{\text{fric}}}{A} dV}_{(P_{\text{atm}} - \frac{F_{\text{fric}}}{A}) \Delta V}$$

$$\left(P_{\text{atm}} - \frac{F_{\text{fric}}}{A} \right) (V_2 - V_1) = \left(100 \text{ kPa} - \frac{160 \text{ N}}{80 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} \cdot \frac{1 \text{ kPa}}{10^3 \text{ Pa}} \right) \cdot (80 - 1300) \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3} = -0.0976 \text{ KJ}$$

por tanto $W_{\text{por fuerza exterior}} = 0.567 \text{ KJ} - 0.0976 \text{ KJ} = +0.470 \text{ KJ}$

$$W_{\text{(Fext)}} = 0.470 \text{ KJ}$$

Este es el trabajo realizado por una fuerza exterior pero el trabajo que recibe el gas es el mismo, 0.567 KJ.