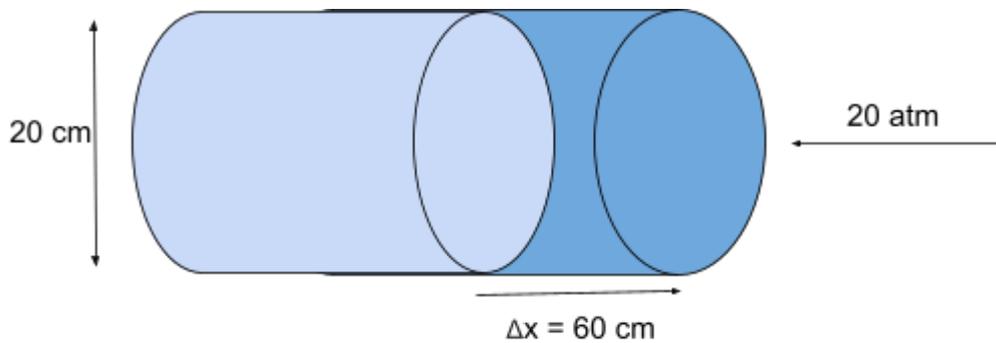


## PASO A PASO

### TERMODINÁMICA

1- Una máquina de vapor formada por un cilindro de 20 cm de diámetro contiene agua en equilibrio con su vapor. El vapor se calienta y el pistón se desplaza 60 cm contra una presión externa constante de 20 atm. Calcular el trabajo ( $W$ ) en kJ intercambiado entre la máquina y el medio ambiente, y de acuerdo al signo informar si el  $W$  fue realizado por la máquina o por el medio ambiente.

Para poder ubicarnos en la situación problemática realizamos un esquema:



Para calcular el trabajo que el sistema hace sobre el medio utilizamos la siguiente fórmula:

$$W = - p \Delta V$$

Para conocer el diferencial de volumen hacemos lo siguiente:

$$\Delta V = V_{final} - V_{inicial} = \pi r^2 x_{final} - \pi r^2 x_{inicial} = \pi r^2 \Delta x$$

Reemplazamos esta expresión en la fórmula de trabajo y nos queda

$$W = - p \pi r^2 \Delta x$$

$$W = - 20 atm * \pi * \left(\frac{20 cm}{2}\right)^2 * 60 cm = - 376800 atm cm^3$$

**Tiene sentido que  $W < 0$  porque el sistema realiza trabajo y se elimina energía.**

Ahora debemos pasar de unidades  $atm \cdot cm^3$  a kJ. ¿Cómo se relaciona una unidad de trabajo con una de presión y volumen? De la siguiente manera:

$$kJ = kN \cdot m = \frac{kN}{m^2} \cdot m^3 = kPa \cdot m^3$$

Unidad de Trabajo                      Unidad de presión      Unidad de volumen

$$W = - 376800 \text{ atm cm}^3 * \left( \frac{101,325 \text{ kPa}}{1 \text{ atm}} \right) * \left( \frac{m^3}{1000000 \text{ cm}^3} \right) = - 38.179 \text{ kJ}$$