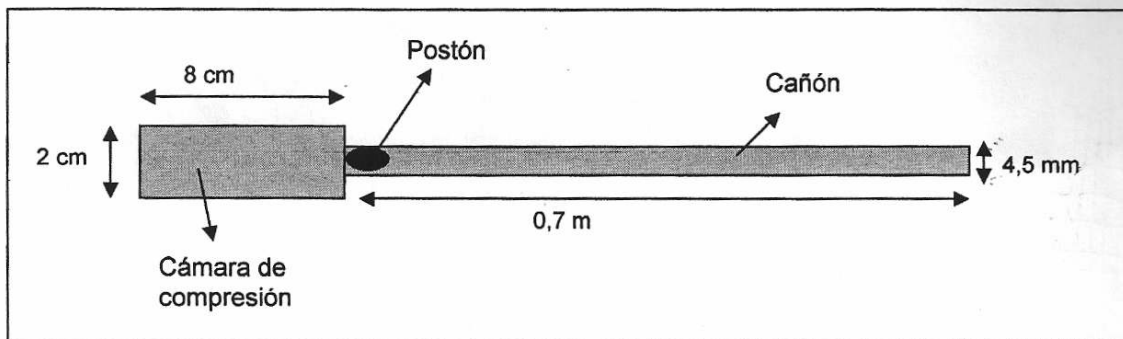


ME-43A TERMOTECNIA
EJERCICIO N°1

Semestre 2007/P
Prof.: J.C. ELICER

PROBLEMA 1

Se desea estimar la velocidad de salida de un postón al ser disparado por un rifle a postones de aire comprimido. El aire comprimido en la cámara de compresión es liberado súbitamente empujando el postón a través del cañón. La presión inicial dentro de la cámara de compresión es de 3 bar relativos y la expansión del aire en el rifle cumple la relación $PV^{1.4} = \text{Cte}$. El postón posee una masa de 2 gramos. La cámara de compresión y el cañón son cilíndricos. Si se considera el rifle perfectamente adiabático, calcule la velocidad del postón a la salida del cañón. Recuerde que la forma diferencial del trabajo se escribe como $\delta W = PdV$.



PROBLEMA 2

La figura muestra un gas contenido en un sistema cilindro-pistón no-adiabático. Inicialmente la superficie del pistón en contacto con el gas está en la posición $x=0$, y el resorte no hace fuerza sobre el pistón. El calentamiento hace que el gas se expanda, levantando el pistón lentamente hasta los topes. En este punto la superficie de contacto del pistón está localizada en $x=0,06$ m, y se detiene el calentamiento. La constante del resorte es de 9000 N/m. Desprecie la fricción. Información adicional se da en la figura. Considere el gas como sistema y desprecie los cambios en energía cinética y potencial. $g=9,81$ m/s².

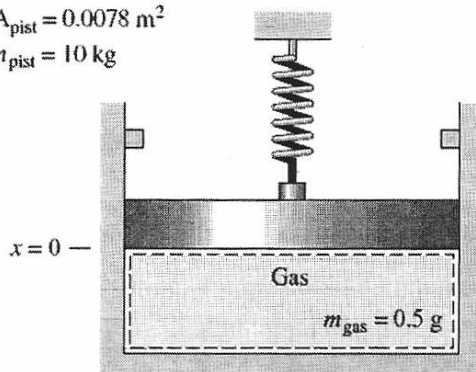
Determine:

- La presión inicial del gas, en kPa.
- El trabajo realizado por el gas sobre el pistón, en J.
- Si las energías internas del gas en los estados inicial y final son de 210 y 335 kJ/kg, respectivamente, calcule el calor transferido, en J.

$$p_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$$

$$A_{\text{pist}} = 0.0078 \text{ m}^2$$

$$m_{\text{pist}} = 10 \text{ kg}$$



Para ejercicio N°1
 Termodinámica ME-43A
 02/07

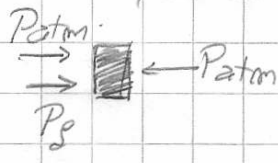
P1) Datos:

$$P_i = 3 \text{ bar} \quad (g \Rightarrow \text{relativos}) \quad m = 0,002 \text{ kg}$$

$$V_i = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_f = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Tomando el pistón como sistema:
 DCL sobre el pistón:



$$\sum F_x = (P_{\text{atm}} + P_g - P_{\text{atm}}) A$$

$A = \text{área del pistón}$

$$\Rightarrow \sum F_x = P_g A \quad ; \quad \text{el trabajo: } dW = F dx$$

$$\Rightarrow dW = P_g A dx$$

pero $A dx = dV$

$$\Rightarrow dW = P_g dV$$

$$\Rightarrow W = \int_{V_i}^{V_f} P_g dV$$

Leugo u tieme para la presión absoluta: $PV^{1,4} = \text{cte}$

$$\Rightarrow PV^{1,4} = P_i V_i^{1,4}$$

$$P = \frac{P_i V_i^{1,4}}{V^{1,4}} = P_i \left(\frac{V_i}{V}\right)^{1,4}$$

$$\Rightarrow P_g = P_i \left(\frac{V_i}{V}\right)^{1,4} - P_{\text{atm}}$$

$P_i = \text{presión inicial absoluta} = 4 \text{ bar}$

$P = P_{\text{atm}} + P_g \text{ (relativa)}$

$P_{\text{atm}} \approx 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

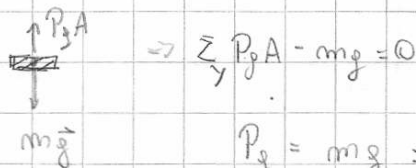
$$\Rightarrow W = \int_{V_i}^{V_f} (P_i \left(\frac{V_i}{V}\right)^{1,4} - P_{\text{atm}}) dV = 2,29 \text{ [J]} \Rightarrow c = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,29}{0,002}} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$$

Pauta Ejercicio N°1
 Termotecnia ME-43A

P2)

a) $m = 10 \text{ kg}$; $A = 0,0078 \text{ m}^2$; $\vec{g} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Diagrama de cuerpo libre:

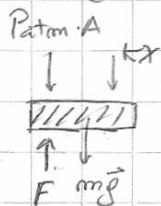


$$\sum_y P_g A - m g = 0$$

$$P_g = \frac{m g}{A} = 12576,9 \text{ Pa}_g$$

$$\Rightarrow [P_L = P_g + P_{atm} = 112577 \text{ Pa.}]$$

b) Diagrama de cuerpo libre:



\vec{F} = fuerza del gas sobre el pistón

$$\Rightarrow \sum F_y = 0 \Rightarrow F = P_{atm} A + k x + m g$$

$$\Rightarrow dW = F dx = (P_{atm} A + k x + m g) dx$$

$$\Rightarrow W = \int_0^{0,06} (P_{atm} A + k x + m g) dx = 0,06 (P_{atm} A + m g) + k \cdot \frac{0,06^2}{2}$$

$$W = 68,89 \text{ [J]} \Rightarrow \frac{W}{m} = 137,78 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

c) $(\Delta U = Q - W) / m$

$$335 - 210 = \frac{Q}{m} - 137,78 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

$$\frac{Q}{m} = 262,78 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right] \Rightarrow Q = 0,131 \text{ [kg]} = 131 \text{ [J]}$$