

TERMODINÁMICA

Ejercicio del Tema 3

Nombre _____ Grupo G (NO TOCA)

No está permitido el empleo de calculadoras programables ni la consulta de libros, apuntes o formularios. Los teléfonos móviles y relojes “smartwatch” deberán permanecer apagados y fuera del alcance del alumno.

Una masa de 2 kg de un cierto gas ideal ($M = 44 \text{ kg/kmol}$) se encuentra contenida en un dispositivo cilindro-pistón en posición horizontal, tal como se muestra en la figura. Tanto la base y superficie lateral del cilindro como la superficie externa del pistón son adiabáticas. El diámetro del pistón es de 750 mm y su masa de 10 kg. En el instante inicial, de equilibrio, el gas se encuentra a 100°C y el pistón se encuentra soldado a las paredes del cilindro, de modo que el gas ocupa 150 dm^3 . La longitud del cilindro es de 4 m, y en el extremo opuesto a la base existe un anillo interior, que impediría que el pistón se saliese del cilindro. Los espesores del pistón y el anillo se pueden considerar despreciables.

En un momento dado se rompe la soldadura que mantiene sujeto el pistón, produciéndose la expansión del gas de forma no estática hasta alcanzar el equilibrio. No existe rozamiento entre el pistón y el cilindro. Las condiciones del ambiente son de 35°C y 95 kPa .

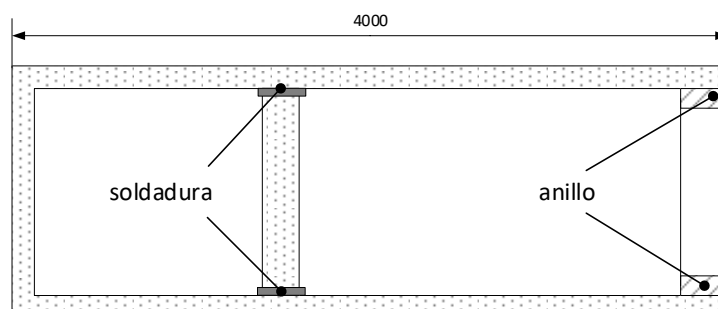
Determinése, para el estado final:

- Posición del pistón, indicando si alcanza o no el anillo.
- Temperatura final del gas.
- Presión final del gas.
- Representar el trabajo de expansión del gas en el diagrama p-v.

Tabla de gas ideal

T [$^\circ\text{C}$]	u [kJ/kg]	h [kJ/kg]
20	12,78	16,56
25	16,04	20,77
30	19,33	25
35	22,64	29,26
40	25,98	33,54
45	29,35	37,85
50	32,74	42,19
55	36,15	46,54
60	39,59	50,93
65	43,05	55,34

T [$^\circ\text{C}$]	u [kJ/kg]	h [kJ/kg]
70	46,54	59,77
75	50,05	64,22
80	53,58	68,7
85	57,14	73,2
90	60,72	77,73
95	64,32	82,27
100	67,95	86,84
105	71,59	91,43
110	75,26	96,05
115	78,95	100,7



a) Suponemos que luego el orillo:

$$V_2 = \frac{\pi 0.75^2}{4} \cdot 4 = 1.76715 \text{ m}^3$$

$$W_{12} = P_0 \Delta V = 95 (1.76715 - 0.15) = 153.63 \text{ kJ}$$

$$-153.63 = 2 (u_2 - 67.95) \rightarrow u_2 = -8.865 \text{ kJ/kg}$$

$$\downarrow$$
$$T_2 < 20^\circ\text{C}$$

$$P_2 < \frac{2 \cdot \frac{8'314}{44} \cdot (20 + 273)}{1.76715} = 62.66 \text{ kPa} < P_0$$

Luego la hipotesis es ~~correcta~~ falsa: $P_2 < P_0$

Por tanto, el pistón quedará en posición intermedia:

$$P_2 = 95 \text{ kPa}$$

$$\int -95 (V_2 - 0.15) = 2 (u_2 - 67.95)$$

$$\left[95 V_2 = 2 \frac{8'314}{44} (T_2 + 273) \right]$$

$$-0.3779 T_2 - 103.1692 + 14.25 = 2u_2 - 135.9$$

\downarrow

$$\boxed{-0.3779 T_2 - 2u_2 + 46.98 = 0 = f(T_2)}$$

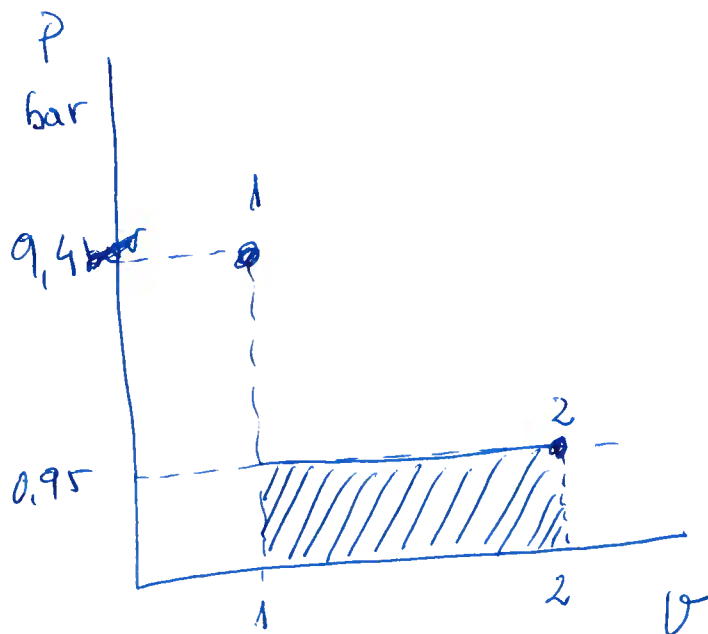
T_2	u_2	$f(T_2)$
20	12,78	13,582
25	16,04	5,1725
30	19,33	-3,297

$$T_2 - 30 = \frac{-5}{5,1725 + 3,297} (0 + 3,297)$$

$$\hookrightarrow T_2 = 28,05^\circ\text{C}$$

$$V_2 = 1,1976 \text{ m}^3 < 1,76715 \text{ m}^3 \checkmark$$

$$z_2 = \frac{1,1976}{\frac{\pi 0,75^2}{4}} = \underline{\underline{2,71 \text{ m}}} < 4 \text{ m}$$



$$P_1 = \frac{2 \times \frac{81314}{44} \times 373}{0,15} = 939,73 \text{ kPa}$$

$$v_2 < \frac{4 \frac{\pi 0,75^2}{4}}{2} \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$