

Termodinámica - FI2004

Profesor: Guillermo Blanc

Auxiliar: Ivan Canales, Camilo Ulloa

Auxiliar 4 - Conservación de energía e introducción a los ciclos

P1 *Conservación de energía.* Considere el motor de la figura 1. Éste se encuentra conectado a una fuente que le suministra 2.5 [A] de corriente a 24[V] de tensión. En el eje del motor, se mide un torque de 1.6[Nm], y una velocidad de 360 rpm. Si con un calorímetro se mide que 0 [J] de calor salen por la cubierta del motor, ¿cuál es el diámetro de la polea asociada al eje, sabiendo que la masa que levanta es de 10[kg]?

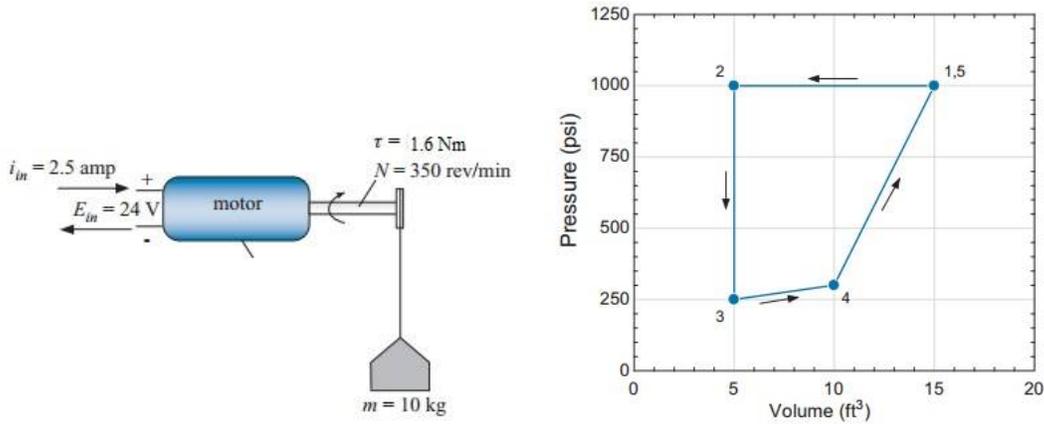


FIGURA 1. Problema 1, Problema 2

P2 *Introducción a los ciclos.* La figura 2 muestra el esquema de un ciclo simple de nitrógeno molecular (N_2) modelado como gas ideal. El ciclo es ejecutado por 14 libras-mol de gas.

- Determine las temperaturas en los 4 estados por los que pasa el gas.
- Determine el trabajo para cada etapa del proceso.
- Suponga que los procesos 3→4 y 4→1 son politrópicos con constantes (C_1, n_1) y (C_2, n_2) . Recalcule el trabajo

Calcule el trabajo realizado en la expansión y el calor absorbido por el gas en cada caso.

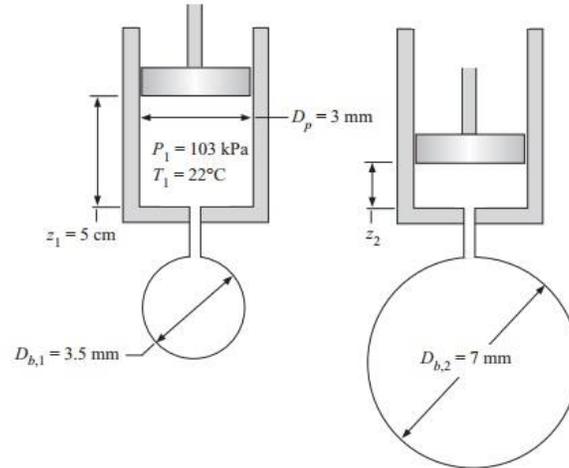


FIGURA 2. Problema 3

P3. En la figura 3 se muestra un dispositivo para inflar un globo con helio, el cual debe pasar de los 3.5[mm] a los 7[mm] de diámetro. El pistón, de diámetro 3[mm], se encuentra inicialmente a una altura de 5[cm]. La presión y temperatura iniciales tanto en el cilindro como en el globo son de $P=103$ [kPa] y $T=22^\circ\text{C}$. La presión del gas cambia durante el proceso, pero la presión del cilindro no difiere de la del globo. La temperatura del gas cambia sólo en el globo, pasando de 22°C a 30°C al final del inflado. El helio del globo responde a la siguiente ecuación de estado:

$$P_b = P_{atm} + K_b V_b$$

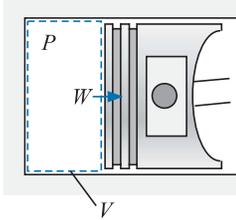
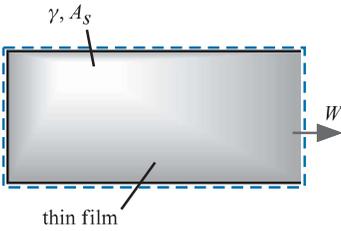
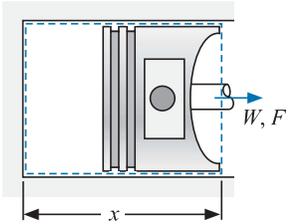
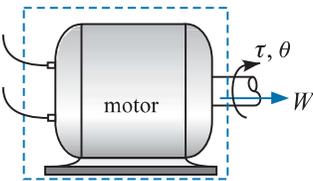
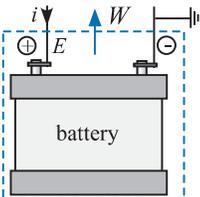
- ¿Cuál es el trabajo hecho por el helio sobre el globo durante el proceso?
- ¿Cuál es la masa de helio (en gramos o en g-moles) que fue agregada al globo con la finalidad de inflarlo?
- ¿Cuál es la altura final del pistón?
- ¿Cuánto calor sale del globo hacia el entorno?
- Encuentre la función que da cuenta del diámetro del globo en función de la posición del pistón.

Nota: El globo es una esfera.

P4 *Avanzado - Propuesto*. Un globo esférico que contiene aire está flotando sobre la interface agua-aire de una piscina cuya agua se encuentra a 25°C , al igual que la atmósfera. El diámetro inicial del globo es $d_1 = 0.35$ [m]. El material del globo es tal, que se expande o se contrae de modo que la superficie total del globo sea proporcional a la diferencia de presiones entre su interior y su exterior. La masa del globo (no su contenido) es de 15[g]. La presión atmosférica es de 103.5[kPa] y la presión interior del globo es de 104.8[kPa]. Lentamente, el globo comienza a hundirse (a la fuerza) en la piscina.

- Encuentre la función que relaciona la profundidad del centro del globo con la presión del aire en su interior (el aire es un gas ideal, y el agua es una sustancia incompresible). Note que el proceso es isotérmico. Para facilitar los cálculos, puede comenzar a contar desde una profundidad de un radio del globo, de modo que en todo momento el globo esté completamente sumergido.
- Encuentre la función que relaciona el trabajo ejercido sobre el globo con la profundidad de su centro.
- Encuentre la función que relaciona el trabajo ejercido sobre el aire (debido a su cambio de volumen)
- ¿Cómo podría saber si el proceso es adiabático? De no serlo, estime el flujo de calor hacia (o desde) la masa de aire contenida en el globo.

Table 3-1: Some forms of work and their rate equations.

Form of work	Incremental basis	Rate basis	Parameters and notes
Expansion or compression of a fluid (P - V work)	$W = \int P dV$	$\dot{W} = P \frac{dV}{dt}$	 <p>P = pressure (N/m²) V = volume (m³)</p>
Stretching a thin film	$W = - \int \gamma dA_s$	$\dot{W} = -\gamma \frac{dA_s}{dt}$	 <p>γ = surface tension (N/m) A_s = surface area (m²)</p>
Moving a force through a linear distance	$W = \int F dx$	$\dot{W} = F \tilde{V}$	 <p>F = force (N) x = distance (m) \tilde{V} = velocity (m/s)</p>
Rotating a shaft against a torque	$W = \int \tau d\theta$	$\dot{W} = \tau \omega$	 <p>τ = torque (N-m) θ = angular position (rad) ω = angular velocity (rad/s)</p>
Current flowing through a voltage difference	$W = \int E i dt$	$\dot{W} = E i$	 <p>E = voltage potential (Volt) i = current (Ampere)</p>