



Guía 2: FIS1523 - Termodinámica

Facultad de Física

Pontificia Universidad Católica de Chile

Profs. Mario Favre - Andrés Gomberoff

Primer Semestre 2010

1. Un mol de gas monoatómico recorre un ciclo compuesto de las siguientes tres etapas reversibles:

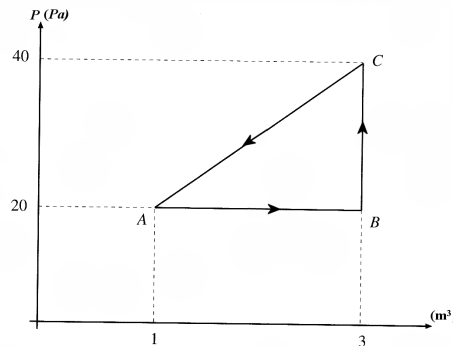
- Compresión isotérmica (temperatura constante T_1) desde 2×10^5 Pa y 0.01 m^3 a 2×10^6 Pa y 0.001 m^3 .
- Expansión isobárica (presión constante) para volver al gas al volumen original, variando la temperatura desde T_1 hasta T_2 .
- Enfriamiento a volumen constante para llevar al gas a la presión y temperatura original.

Determine T_1 y T_2 en Kelvin. Calcule la energía ΔU , el calor Q y el trabajo W que absorbe el sistema en cada una de las etapas del ciclo.

2. Cierta cantidad de aire está contenida en un cilindro provisto de un pistón móvil. Inicialmente la presión del aire es $2 \times 10^7 \text{ N/m}^2$, el volumen es 0.5 m^3 y la temperatura de 300 K . considerando el aire como un gas ideal:

- Determinar el volumen final del aire si se deja expandir isotérmicamente hasta que la presión sea 10^7 N/m^2 , desplazándose el pistón hacia afuera para permitir el aumento de volumen.
- Cual será la temperatura final del aire si el pistón se mantiene fijo en su posición inicial y el sistema se enfría hasta que la presión sea 10^7 N/m^2 .
- Determine las temperaturas y volúmenes finales si se deja expandir isotérmicamente desde la posición inicial hasta que la presión sea $1,5 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ y después se enfría a volumen constante hasta que la presión sea 10^7 N/m^2 .

3. Un sistema termodinámico describe el ciclo de la figura.



- a) Calcule el trabajo en cada proceso del ciclo y el trabajo total.
 b) Suponga ahora que la energía del sistema viene dada por la expresión

$$U = AP^2V, \quad (1)$$

en que

$$A = 0,5 \times 10^{-2} \text{ Joule/m}^3\text{Pa}.$$

Calcule el calor liberado (o entregado) en cada proceso y en el ciclo total. ¿Este ciclo absorbe calor y entrega trabajo o viceversa?

SOLUCIÓN

- a) El trabajo en un proceso cualquiera viene dado por

$$W = - \int PdV. \quad (2)$$

Esto - salvo por el signo - corresponde al área bajo la gráfica de la curva correspondiente a cada proceso. Para encontrar el signo vemos, de (2), que si el proceso ocurre aumentando el volumen V (expansión), debe ser negativo. Si corresponde a una contracción es positivo. De este modo,

$$W_{AB} = -2m^3 \times 20Pa = -40J,$$

correspondientes al área del rectángulo que se forma bajo la línea AB .

$$W_{BC} = 0,$$

y

$$W_{CA} = 40J + \frac{1}{2}2m^3 \times 20Pa = 60J,$$

en que el segundo término corresponde al área del triángulo ABC . La suma de estos tres términos es,

$$W = 20J,$$

que corresponden al trabajo total sobre el sistema después de un ciclo.

- b) La energía del sistema en cada uno de los puntos del gráfico se calcula directamente de la expresión (1)

$$\begin{aligned} U_A &= 2J \\ U_B &= 6J \\ U_C &= 24J, \end{aligned}$$

de donde obtenemos que la energía ganada en cada proceso es

$$\begin{aligned} \Delta U_{AB} &= U_B - U_A = 4J \\ \Delta U_{BC} &= U_C - U_B = 18J \\ \Delta U_{CA} &= U_A - U_C = -22J. \end{aligned}$$

Usando ahora la prima ley $\Delta U = \Delta Q + \Delta W$, obtenemos que el calor absorbido en cada proceso es

$$\Delta Q = \Delta U - \Delta W,$$

y por lo tanto

$$\Delta Q_{AB} = 44J$$

$$\Delta Q_{BC} = 18J$$

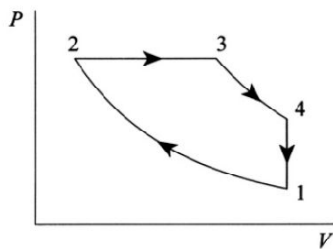
$$\Delta Q_{CA} = -82J .$$

La suma de todas las contribuciones da un calor total de

$$\Delta Q = -20J.$$

El sistema, por lo tanto, pierde 20 Joules en calor y recibe 20 J de trabajo.

4. Considere el llamado “ciclo de Diesel” representado en la figura. Este consiste en un gas ideal monoatómico que es (a) comprimido adiabáticamente ($1 \rightarrow 2$), (b) expandido a presión constante ($2 \rightarrow 3$) durante la combustión del combustible, (c) expandido adiabáticamente ($3 \rightarrow 4$) y finalmente (d) enfriado a volumen constante ($4 \rightarrow 1$). Calcule el trabajo



que realiza el gas y el calor que absorbe en cada una de las 4 etapas. Calcule el trabajo total que realiza. La eficiencia del ciclo de Diesel es el cuociente entre el el trabajo total que realiza el gas y el calor que absorbe durante la combustión de combustible. Calcule esta eficiencia.

5. Considere a cilindro de 1m de largo con un pistón delgado sujeto de modo que divide al cilindro en dos partes iguales. El cilindro está en un baño térmico a $T = 300K$. El lado izquierdo contiene un mol de gas de helio a 4 atm. de presión. El lado derecho contiene gas de helio a una presión de 1 atm. Suponga que el piston se suelta. (Considere que el gas de helio se comporta como un gas ideal)

- a) Encuentre la posición final del pistón
- b) ¿Cuánto calor será entregado al baño térmico en el proceso?