

Física 3B+4A 2018

Guía 03: Primer Principio

Asorey

20 de Abril de 2018

22. Tres cilindros

Tres pistones cilindros idénticos contienen 1 mol de un gas ideal monoatómico, biatómico y triatómico respectivamente. Todos los gases se encuentran inicialmente en CNPT. Si al gas contenido en cada pistón se le entregan 13,2 kJ en forma de calor de manera que la presión se mantiene constante, calcule el volumen final de cada recipiente. ¿Qué tipo de gas usaría si tuviera que hacer un elevador utilizando estos pistones? Justifique en el marco de la teoría cinética de los gases los resultados obtenidos.

R: $V_i = 0,0224 \text{ m}^3$; $V_{f,\text{mono}} = 0,0745 \text{ m}^3$; $V_{f,\text{bi}} = 0,0596 \text{ m}^3$; $V_{f,\text{tri}} = 0,055 \text{ m}^3$;

23. Diferencias

Tres pistones cilíndricos idénticos de radio $r = 0,2 \text{ m}$ contienen cada uno 10 mol de un gas ideal monoatómico a $T = 1000 \text{ K}$ y $p = 20 \text{ atm}$. El gas del primer pistón es sometido a una expansión isobárica, el del segundo a una expansión isotérmica y el del tercer cilindro a una expansión adiabática. En todos los casos el volumen final es el doble del volumen inicial. Calcule: a) Los volúmenes iniciales y finales en cada pistón. b) Calcule el trabajo realizado por el gas y la altura inicial y final de cada pistón. c) Cuando corresponda calcule para cada proceso: la cantidad de calor suministrada, las temperaturas iniciales y finales, y la variación en la energía interna del gas.

R: a) son iguales para todos, $V_i = 0,04103 \text{ m}^3$ y $V_f = 0,08206 \text{ m}^3$; b) las alturas son iguales para todos los pistones $h_i = 0,327 \text{ m}$ y $h_f = 0,653 \text{ m}$. Los trabajos serán $W_1 = 83,15 \text{ kJ}$; $W_2 = 57,6 \text{ kJ}$; y $W_3 = 46,1 \text{ kJ}$; c) $\Delta U_1 = 124,7 \text{ kJ}$ y $Q_1 = 208,85 \text{ kJ}$; $\Delta U_2 = 0$ y $Q_2 = 57,6 \text{ kJ}$; $\Delta U_3 = -46,1 \text{ kJ}$ y $Q_3 = 0$;

24. Transformaciones

Un mol de un gas ideal a presión P_A ocupa un volumen V_A . Se lo calienta en una transformación isócara entregándole una cantidad de calor Q_1 hasta que el sistema alcanza la presión P_B . Luego se vuelve a calentarlo, entregándole una cantidad de calor $Q_2 = Q_1$, pero mediante una transformación isobárica hasta alcanzar un volumen V_C .

- En un diagrama $P-V$, dibuje las transformaciones que el gas realiza, identificando las curvas isotermas asociadas a cada estado. ¿Es un ciclo? ¿Por qué?
- Obtenga una expresión del cociente entre los calores específicos C_p y C_v como función de las temperaturas de los estados.
- A partir del valor del cociente de los calores específicos para un gas ideal monoatómico, $C_p/C_v = \gamma = 5/3$, y sabiendo que inicialmente el gas se encontraba en CNPT y que la presión final es el doble de la presión inicial, calcule:

- El volumen inicial V_A y final V_C

- 2) La presión final P_C
- 3) Las temperaturas T_B y T_C .
- 4) La cantidad de calor total suministrada.

R: b) $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{T_B - T_A}{T_C - T_B}$; c1) $V_A = V_B = 0,0224 \text{ m}^3$, $V_C = 0,0291 \text{ m}^3$; c2) $P_C = P_B = 202650 \text{ Pa}$; c3) $T_A = 273 \text{ K}$, $T_B = 546 \text{ K}$, $T_C = 709,8 \text{ K}$; c4) $Q_1 = Q_2 = 3404,5 \text{ J}$.

25. Caldera

En el recipiente de presión de una caldera hay una temperatura de 230°C y una presión constante de 30 bar. En cada ciclo de trabajo el vapor desplaza un pistón con una superficie de $0,2 \text{ m}^2$ una distancia de 0,4 m. a) ¿Cuánto vale el trabajo entregado en cada ciclo? b) ¿Cuál es la potencia entregada por la máquina de vapor cuando se desarrollan 600 ciclos de trabajo por minuto?

R: a) $W = 240 \text{ kJ}$; b) La potencia erogada es $P = 2,4 \text{ MW}$.

26. Un ciclo para no perder la costumbre

Una máquina térmica utiliza como fluido un gas ideal monoatómico, y funciona con dos fuentes a temperaturas $T_A = 297 \text{ K}$ y $T_B = 990 \text{ K}$. El ciclo consiste en un calentamiento isocórico, seguido por una expansión isotérmica, para terminar con una compresión isobárica. El volumen inicial es $V_A = 0,1 \text{ m}^3$ a una presión de $P_A = 101325 \text{ Pa}$.

- a) Dibuje el ciclo en un diagrama P-V.
- b) Completar el cuadro de estados
- c) Completar el cuadro de transformaciones
- d) Hallar el rendimiento η del ciclo, y compararlo con el rendimiento del ciclo de Carnot funcionando entre esas mismas temperaturas.
- e) Si el motor opera a un régimen de 3000 ciclos por segundo, calcule la potencia del motor y la cantidad de calor entregada por segundo a la fuente fría.

R: b) $P_A = 101325 \text{ Pa}$, $V_A = 0,1 \text{ m}^3$, $n_A = 4,1035 \text{ mol}$, $T_A = 297 \text{ K}$; $P_B = 337750 \text{ Pa}$, $V_B = 0,1 \text{ m}^3$, $n_B = 4,1035 \text{ mol}$, $T_B = 990 \text{ K}$; $P_C = 101325 \text{ Pa}$, $V_C = 0,33 \text{ m}^3$, $n_C = 4,1035 \text{ mol}$, $T_C = 990 \text{ K}$; c) $Q_1 = 35463,8 \text{ J}$, $\Delta U_1 = 35463,8 \text{ J}$, $W_1 = 0$; $Q_2 = 40664,2 \text{ J}$, $\Delta U_2 = 0 \text{ J}$, $W_2 = 40664,2 \text{ J}$; $Q_3 = -59106,3 \text{ J}$, $\Delta U_3 = -35463,8 \text{ J}$, $W_3 = -23642,5 \text{ J}$; d) $\eta = 17021,7/76127,9 = 0,2236 = 22,36\%$; $\eta_{\text{Carnot}} = 0,7 = 70\%$; e) Potencia $P = 51,06 \text{ MW}$, $Q_{\text{fría}} = Q_3 = -177,32 \text{ MJ}$ cada segundo.

27. El cuadrado

Una máquina térmica está equipada con $n = 1000$ moles de un gas ideal di-atómico, inicialmente en CNPT, que opera con el siguiente ciclo: 1) calentamiento isocórico hasta quintuplicar la temperatura inicial; 2) expansión isobárica hasta quintuplicar el volumen inicial; 3) enfriamiento isocórico; 4) compresión isobárica.

- a) Complete el cuadro de estados, encontrando los valores de P , V , T y n para cada uno de los estados A, B, C y D.
- b) En el diagrama $P-V$ ubique los estados y dibuje las transformaciones experimentadas por el gas.
- c) Complete el cuadro de transformaciones, encontrando los cambios de energía interna, calor y trabajo en cada transformación.
- d) Calcule el rendimiento de la máquina y compárelo con el rendimiento del ciclo de Carnot equivalente (aquel que funciona con las mismas fuentes térmicas).

R: a) $P_A = 101325 \text{ Pa}$, $V_A = 22,4 \text{ m}^3$, $n_A = 1000 \text{ mol}$, $T_A = 273 \text{ K}$; $P_B = 506634,4 \text{ Pa}$, $V_B = 22,4 \text{ m}^3$, $n_B = 1000 \text{ mol}$, $T_B = 1365 \text{ K}$; $P_C = 506634,4 \text{ Pa}$, $V_C = 112 \text{ m}^3$, $n_C = 1000 \text{ mol}$, $T_C = 6825 \text{ K}$; $P_D = 101325 \text{ Pa}$, $V_D = 112 \text{ m}^3$, $n_D = 1000 \text{ mol}$, $T_D = 1365 \text{ K}$; c) $Q_1 = 22,7 \text{ MJ}$, $\Delta U_1 = 22,7 \text{ MJ}$, $W_1 = 0$; $Q_2 = 158,9 \text{ MJ}$, $\Delta U_2 = 113,5 \text{ MJ}$, $W_2 = 45,4 \text{ MJ}$; $Q_3 = -113,5 \text{ MJ}$, $\Delta U_3 = -113,5 \text{ MJ}$, $W_3 = 0$; $Q_4 = -31,8 \text{ MJ}$, $\Delta U_4 = -22,7 \text{ MJ}$, $W_4 = -9,1 \text{ MJ}$; d) $\eta = 36,3/181,6 = 0,2 = 20\%$; $\eta_{\text{Carnot}} = 0,96 = 96\%$;

28. Carnot

Una máquina térmica funciona con $n = 0,2 \text{ mol}$ de un gas ideal biatómico siguiendo un ciclo de Carnot entre las temperaturas $T_{\text{caliente}} = 500 \text{ K}$ y $T_{\text{fria}} = 300 \text{ K}$. La presión del estado inicial es $P_A = 10^6 \text{ Pa}$ y luego de la primera expansión isotérmica el volumen se duplica, es decir, $V_B = 2V_A$.

- Complete el cuadro de estados, encontrando los valores de P , V , T y n para cada uno de los estados A , B , C y D .
- En el diagrama $P - V$ ubique los estados y dibuje, en escala, las transformaciones experimentadas por el gas.
- Complete el cuadro de transformaciones, encontrado los cambios de energía interna, calor y trabajo en cada transformación.
- Calcule la eficiencia de la máquina a partir de la definición $\eta = W_{\text{neto}}/Q_{>0}$ y compárelo con el obtenido utilizando la fórmula del rendimiento de la máquina de Carnot.

R: a) $P_A = 10^6 \text{ Pa}$, $V_A = 8,31 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, $n_A = 0,2 \text{ mol}$, $T_A = 500 \text{ K}$; $P_B = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$, $V_B = 16,63 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, $n_B = 0,2 \text{ mol}$, $T_B = 500 \text{ K}$; $P_C = 83656,4 \text{ Pa}$, $V_C = 59,63 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, $n_C = 0,2 \text{ mol}$, $T_C = 300 \text{ K}$; $P_D = 167312,9 \text{ Pa}$, $V_D = 29,81 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, $n_D = 0,2 \text{ mol}$, $T_D = 300 \text{ K}$; c) $Q_1 = 576,3 \text{ J}$, $\Delta U_1 = 0$, $W_1 = 576,3 \text{ J}$; $Q_2 = 0$, $\Delta U_2 = -831,4 \text{ J}$, $W_2 = 831,4 \text{ J}$; $Q_3 = -345,8 \text{ J}$, $\Delta U_3 = 0$, $W_3 = -345,8 \text{ J}$; $Q_4 = 0$, $\Delta U_4 = 831,4 \text{ J}$, $W_4 = -831,4 \text{ J}$; d) $\eta = 230,5/576,3 = 0,4 = 40\%$; $\eta_{\text{Carnot}} = 0,4 = 40\%$.