

# UNITEC<sup>MR</sup>

---

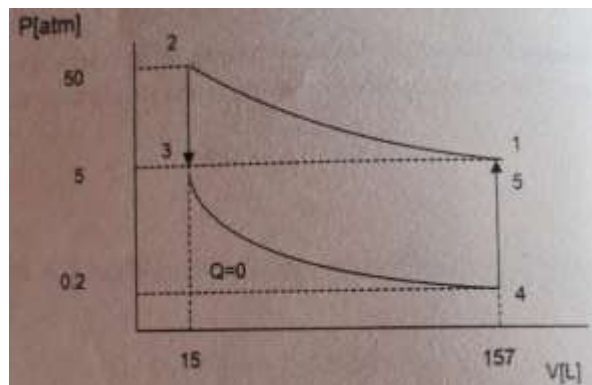
Universidad Tecnológica de México

piensa **actúa** avanza

# Análisis de ciclos termodinámicos

## TAREA 12

Para los siguientes diagramas termodinámicos, realiza se descripción enunciativa del proceso que representa cada uno, de tallando cada etapa de los ciclos:



### DESCRPCIÓN 1

En el diagrama se puede observar en la primera línea (4-5) proceso isocórico, de igual manera de la línea (2-3). Se repite un proceso isocórico. Estas etapas están constituidas por dos líneas adiabáticas las cuales son (2-1) y (3-4) cumpliendo el ciclo. También podemos observar la presión de 0.2 a 50 atm. Y el volumen de 15 a 157 L.

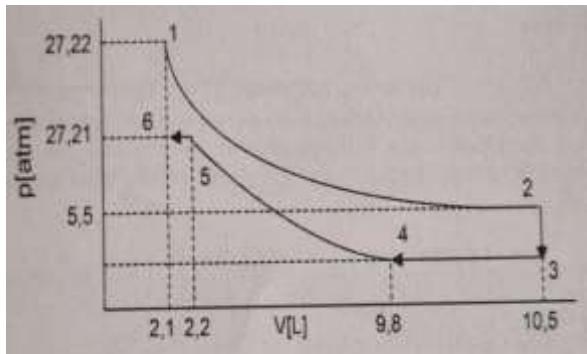
### DESCRIPCIÓN 2

De 1 a 2 se tiene un proceso isotérmico, el volumen se comprime de 157L a 15L y la presión aumenta de 5atm a 50atm. De 2 a 3 es isocórico a volumen constante y la presión disminuye a 5atm. De 3 a 4 es adiabático el volumen se expande a 157L y la presión disminuye a 0.2atm de 4 a 5 es isocórico a volumen constante y la presión aumenta a 5atm.

# Análisis de ciclos termodinámicos

## TAREA 9

Para los siguientes diagramas termodinámicos, realiza se descripción enunciativa del proceso que representa cada uno, de tallando cada etapa de los ciclos:



### DESCRPCIÓN 1

En el estado inicial tenemos 27.22 atm y 2.1 L, mediante un proceso isotérmico disminuye la presión a 5.5 atm y aumenta el volumen a 10.5 L. Con un proceso isométrico vuelve a disminuir la presión hasta 3 atm. El siguiente proceso es isobárico en el que disminuye el volumen a 9.8 L. Después con un proceso isotérmico disminuye el volumen a 2.2 L y aumenta la presión a 27.21 atm, lo siguiente es un proceso isobárico donde disminuye el volumen a 2.1 L, y por último regresa al estado inicial.

### DESCRIPCIÓN 2

De 1 a 2 es un proceso isotérmico, el volumen se expande de 2.1L a 10.5L y la presión disminuye de 27.22atm a 5.5atm. De 2 a 3 es isocórico a volumen constante y la presión disminuye. De 3 a 4 es isobárico a presión constante y su volumen se comprime a 9.8L. De 4 a 5 es isotérmico, el volumen se comprime a 2.2L y la presión aumenta a 27.21atm. De 5 a 6 es isobárico a una presión constante y el volumen se comprime a 2.1L.

# Análisis de ciclos termodinámicos

## TAREA 9

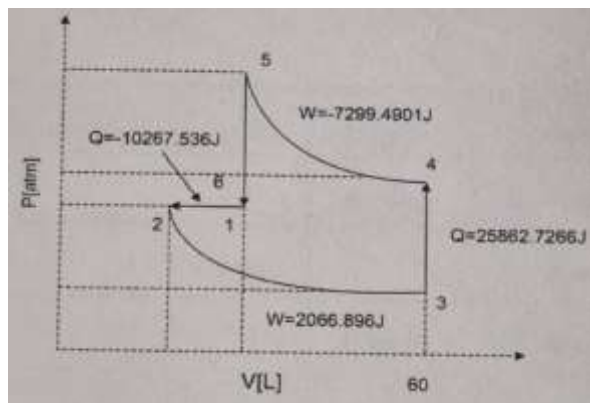
Para los siguientes diagramas termodinámicos, realiza se descripción enunciativa del proceso que representa cada uno, de tallando cada etapa de los ciclos:

### DESCRPCIÓN 1

En la entrada del sistema ingresan 10267.536 J de calor, mediante un proceso isobárico disminuye el volumen para pasar al siguiente proceso, el cual es isotérmico donde se realizan 1066.896 J de trabajo para aumentar el volumen hasta 60 L, mediante un proceso isométrico se liberan 25862.7266 J de calor para aumentar la presión, y por último se liberan 7299.4901 J de trabajo para regresar al estado inicial.

### DESCRIPCIÓN 2

De 1 a 2 es un proceso isobárico a presión constante y el volumen se comprime. De 2 a 3 es un proceso isotérmico, el volumen se expande y la presión disminuye. De 3 a 4 es isocórico a volumen constante y la presión aumenta. De 4 a 5 es isotérmico, el volumen se comprime y la presión aumenta.



# **PROCESOS DE TERMODINÁMICA (IM8601)**

## **CLASE 15. Análisis de Ciclos Termodinámicos**

**CICLO ESCOLAR: 22-2**

**DOCENTE: M. en I. José Ulises Cedillo Rangel**

# Análisis de ciclos termodinámicos

## Ejemplo 1

Calcular el valor de  $\Delta E$  para la conversión a  $100^\circ\text{C}$  y 1 atm de presión de 1 mol de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) líquida en vapor, si el calor necesario para llevar a cabo este proceso es de 40 760 J/mol y la densidad de  $\text{H}_2\text{O}_{\text{liq}}$  es de 1 g/mL

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 1

Calcular el valor de  $\Delta E$  para la conversión a  $100^\circ\text{C}$  y 1 atm de presión de 1 mol de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) líquida en vapor, si el calor necesario para llevar a cabo este proceso es de 40 760 J/mol y la densidad de  $\text{H}_2\text{O}_{\text{liq}}$  es de 1 g/mL

1. Partiendo de la Primera Ley de la Termodinámica:

$$\Delta E = Q + W$$

$$Q = 40\,760 \frac{\text{J}}{\text{mol}} (1 \text{ mol}) = 40\,760 \text{ J}$$

$$W = p (V_2 - V_1)$$

De las condiciones proporcionadas  
se indica que:

$V_1 \rightarrow$  líquido

$V_2 \rightarrow$  gas

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 1

$$P_2 V_2 = n R T_2$$

$$V_2 = \frac{n R T_2}{P_2}$$

$$= (1 \text{ mol}) \left( 0.08205 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \right) (373.15 \text{ K})$$

$$1 \text{ atm}$$

$$= 30.61 \text{ L} \left( \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) = 0.031 \text{ m}^3$$

Para determinar el volumen de agua líquida:

$$\rho = \frac{m}{V_1} \rightarrow \text{densidad}$$

$$V_1 = \frac{m}{\rho}$$

$$n = \frac{m}{PM}$$

$$m = n (PM) = 1 \text{ mol} (18 \text{ g/mol}) = 18 \text{ g}$$

$$V_1 = \frac{18 \text{ g}}{1 \text{ g/mL}} = 18 \text{ mL} \left( \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \right) \left( \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right)$$

$$= 1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$P = 1 \text{ atm} \left( \frac{101325 \text{ Pa}}{1 \text{ atm}} \right) = 101325 \text{ Pa}$$

$$W = 101325 \text{ Pa} (0.031 - 1.8 \times 10^{-5}) \text{ m}^3$$

$$= 3139.25 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$$

$$= 3139.25 \text{ J}$$

$$\Delta E = Q - W \quad \text{Cambia de signo el } W$$

$$= 40760 - 3139.25$$

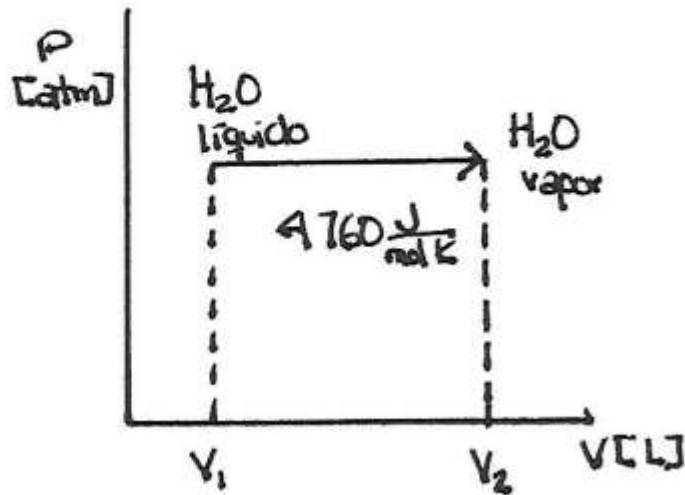
$$\Delta E = 37620.75 \text{ J}$$



# Análisis de ciclos termodinámicos

## Ejemplo 1

El diagrama termodinámico P-V



## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 2

Un mol de un gas ideal que está encerrado a una presión constante de 2 atm, se enfría y la temperatura varía desde 100°C hasta 25°C. ¿Cuál es el valor de las variables termodinámicas si el  $C_v = 3 \text{ cal/mol K}$ ?

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 2

Un mol de un gas ideal que está encerrado a una presión constante de 2 atm, se enfría y la temperatura varía desde 100°C hasta 25°C. ¿Cuál es el valor de las variables termodinámicas si el  $C_v = 3 \text{ cal/mol K}$ ?

1. Se construye una tabla con los datos proporcionados, la que se llamará, condiciones de estado :

Estado	Presión [atm]	Volomen [L]	Temperatura [K]	Proceso
1	2		373.15	Isobárico (1-2)
2	2		298.15	

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 2

2. Se calcula el volumen del estado 1 a partir de la ecuación de gases ideales:

$$P_1 V_1 = nRT_1$$
$$V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = \frac{(1 \text{ mol}) (0.08205 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}}) (373.15 \text{ K})}{2 \text{ atm}} = 15.31 \text{ L}$$

3. Aplicando la Ley de Charles se calcula el volumen del estado 2:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$
$$V_2 = V_1 \left( \frac{T_2}{T_1} \right) = 15.31 \text{ L} \left( \frac{298.15 \text{ K}}{373.15 \text{ K}} \right) = 12.23 \text{ L}$$

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 2

Estado	Presión [atm]	Volúmen [L]	Temperatura [K]	Proceso
1	2	15.31	373.15	Isobárico (1-2)
2	2	12.23	298.15	

1. Se elabora la tabla de datos termodinámicos.

Proceso	Q [J]	W [J]	$\Delta H$ [J]	$\Delta E$ [J]
Isobárico (1-2)				

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 2

5. Se calcula  $C_p$  a partir de  $C_v$

$$C_p - C_v = R$$

$$C_p = C_v + R$$

$$C_v = 3 \frac{\text{cal}}{\text{mol K}} \left( \frac{4.186 \text{ J}}{1 \text{ cal}} \right) = 12.558 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

$$C_p = (12.558 + 8.314) \frac{\text{J}}{\text{mol K}} = 20.872 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

6. Se calculan las variables termodinámicas del proceso isobárico:

$$W = nR(T_2 - T_1)$$

$$= 1 \text{ mol} \left( 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (298.15 - 373.15) \text{ K}$$

$$= -633.55 \text{ J}$$

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 2

$$\begin{aligned}\Delta E &= n C_v (T_2 - T_1) \\ &= 1 \text{ mol} \left( 12.558 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (298.15 - 373.15) \text{ K} \\ &= -941.85 \text{ J}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H &= n C_p (T_2 - T_1) \\ &= 1 \text{ mol} \left( 20.872 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (298.15 - 373.15) \text{ K} \\ &= -1565.4 \text{ J}\end{aligned}$$

$$Q_p = \Delta H = -1565.4 \text{ J}$$

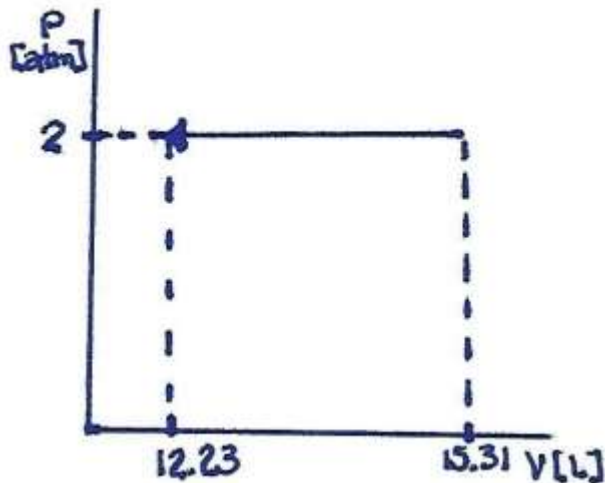


## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 2

Proceso	Q [J]	W [J]	$\Delta H$ [J]	$\Delta E$ [J]
Isobárico (1-2)	-1565.4	-623.55	-1,565.4	-9.4185

7. Se realiza el diagrama P-V





## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 3

Al enfriar un gas de  $140^{\circ}\text{C}$  a  $20^{\circ}\text{C}$  de manera isocórica, se liberan  $-4800\text{ J}$  en forma de calor, con una presión inicial de  $10\text{ atm}$ . Enseguida se comprime el gas hasta una presión de  $1\text{ atm}$ , a temperatura constante, y luego se expande adiabáticamente hasta  $10\text{ atm}$  y por último se enfría isobáricamente hasta  $140^{\circ}\text{C}$ , el  $C_p = 20\text{ J/mol K}$ . Calcule las variables termodinámicas para cada punto, y el valor de la energía interna, entalpía, calor y trabajo para cada proceso y para el ciclo.

## Análisis de ciclos termodinámicos

**Ejemplo 3.** Al enfriar un gas de  $140^{\circ}\text{C}$  a  $20^{\circ}\text{C}$  de manera isocórica, se liberan  $-4800\text{ J}$  en forma de calor, con una presión inicial de  $10\text{ atm}$ . Enseguida se comprime el gas hasta una presión de  $1\text{ atm}$ , a temperatura constante, y luego se expande adiabáticamente hasta  $10\text{ atm}$  y por último se enfría isobáricamente hasta  $140^{\circ}\text{C}$ , el  $C_p = 20\text{ J/mol K}$ . Calcule las variables termodinámicas para cada punto, y el valor de la energía interna, entalpía, calor y trabajo para cada proceso y para el ciclo.

1. Se construye una tabla con los datos proporcionados originalmente que describe las condiciones de estado.

Estado	Presión [atm]	Volumen [L]	Temperatura [K]	Proceso
1	10		413.15	Isométrico (1-2)
2			293.15	
3	1		293.15	Isotérmico (2-3)
4	10			Adiabático (3-4)
5			413.15	
				Isobárico (4-5)

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 3

2. La cantidad de sustancia inicial puede obtenerse del proceso 1-2 ( $V = \text{cte}$ )

$$Q_V = \Delta E = -4800 \text{ J}$$

$$\Delta E = n C_V (T_2 - T_1)$$

$$n = \frac{\Delta E}{C_V (T_2 - T_1)}$$

Calculando  $C_V$  a partir  $C_p$

$$C_p - C_V = R$$

$$C_V = C_p - R$$

$$C_V = (20 - 8.314) \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

$$C_V = 11.686 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

$$n = \frac{-4800 \text{ J}}{\left(11.686 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}\right) (293.15 - 413.15) \text{ K}} = 3.42 \text{ mol}$$

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 3

3. Se determina el volumen del estado inicial considerando la ecuación de los gases ideales

$$P_i V_i = n R T_i$$

$$V_i = \frac{n R T_i}{P_i} = \frac{3.42 \text{ mol} \left( 0.082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \right) (413.15 \text{ K})}{10 \text{ atm}}$$

$$V_i = 11.59 \text{ L}$$

Como el Proceso 1-2 es isocórico  $V_1 = V_2$

4. Aplicando la Ley de Gay-Lussac

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$P_2 = \left( \frac{T_2}{T_1} \right) P_1 = \left( \frac{293.15 \text{ K}}{413.15 \text{ K}} \right) 10 \text{ atm} = 7.09 \text{ atm}$$

5. Para el proceso 2-3 que es isotérmico  $T_2 = T_3$ , consideramos:

$$P_2 V_2 = P_3 V_3$$

$$V_3 = V_2 \left( \frac{P_2}{P_3} \right) = 11.59 \text{ L} \left( \frac{7.09 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} \right) = 82.33 \text{ L}$$

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 3

6. Para el proceso 3-4 que es adiabático  $Q=0$ , se tiene:

$$P_3 V_3^\gamma = P_4 V_4^\gamma$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{20 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}}{11.686 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = 1.71$$

$$V_4 = \sqrt[\gamma]{\left(\frac{P_3}{P_4}\right) V_3^\gamma} = \sqrt[1.71]{\left(\frac{1 \text{ atm}}{10 \text{ atm}}\right) (82.33 \text{ L})^{1.71}} = 21.42 \text{ L}$$

$$\frac{T_4}{T_3} = \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma-1}$$

$$T_4 = T_3 \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma-1} = 293.15 \text{ K} \left(\frac{82.33 \text{ L}}{21.42 \text{ L}}\right)^{1.71-1} = 762.53 \text{ K}$$

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 3

7. Para el proceso 4-5 como es isobárico

$$P_4 = P_5 \quad P_5 = 10 \text{ atm}$$

y considerando que el proceso es reversible

$$V_1 = V_5 \quad V_5 = 11.59 \text{ atm}$$

Estado	Presión [atm.]	Volumen [L.]	Temperatura [K.]	Proceso
1	10	11.59	413.15	Isométrico (1-2)
2	7.09	11.59	293.15	
3	1	82.33	293.15	Isotérmico (2-3)
4	10	21.42	762.53	Adiabático (3-4)
5	10	11.59	413.15	Isobárico (4-5)

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 3

8. Se elabora la tabla de datos termodinámicos:

Proceso	Q [J]	W [J]	$\Delta H$ [J]	$\Delta E$ [J]
Isométrico (1-2)				
Isotérmico (2-3)				
Adiabático (3-4)				
Isoabárico (4-1)				
Total				



## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 3

9. Para el proceso isométrico o isocórico (1-2) que es a volumen constante:

$$W=0$$

$$\begin{aligned}\Delta H &= n C_p (T_2 - T_1) = 3.42 \text{ mol} \left( 20 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (293.15 - 413.15) \text{ K} \\ &= -8208 \text{ J}\end{aligned}$$

$$\Delta E = Q_v = -4800 \text{ J}$$

10. Para el proceso isotérmico (2-3)

$$\begin{aligned}W &= n R T \ln \left( \frac{V_3}{V_2} \right) = 3.42 \text{ mol} \left( 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (293.15 \text{ K}) \ln \left( \frac{82.33 \text{ L}}{11.59 \text{ L}} \right) \\ &= 16334.45 \text{ J}\end{aligned}$$

$$Q = W = 16334.45 \text{ J}$$

$$\Delta H = \Delta E = 0$$



## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 3

11. Para el proceso adiabático (3-4)

$$Q = 0$$

$$\begin{aligned}\Delta H &= n C_p (T_4 - T_3) = 3.42 \text{ mol} \left( 20 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (762.53 - 293.15) \text{ K} \\ &= 32\,105.6 \text{ J}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta E &= n C_v (T_4 - T_3) = 3.42 \text{ mol} \left( 11.69 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (762.53 - 293.15) \text{ K} \\ &= 18\,765.72 \text{ J}\end{aligned}$$

$$W = -\Delta E = -18\,765.72 \text{ J}$$

12. Para el proceso isobárico 4-5

$$\begin{aligned}W &= n R (T_5 - T_4) = 3.42 \text{ mol} \left( 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (413.15 - 762.53) \text{ K} \\ &= -9\,934.23 \text{ J}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta E &= n C_v (T_5 - T_4) = 3.42 \text{ mol} \left( 11.686 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (413.15 - 762.53) \text{ K} \\ &= -13\,963.36 \text{ J}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H &= n C_p (T_5 - T_4) = 3.42 \text{ mol} \left( 20 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (413.15 - 762.53) \text{ K} \\ &= -23\,897.59 \text{ J}\end{aligned}$$

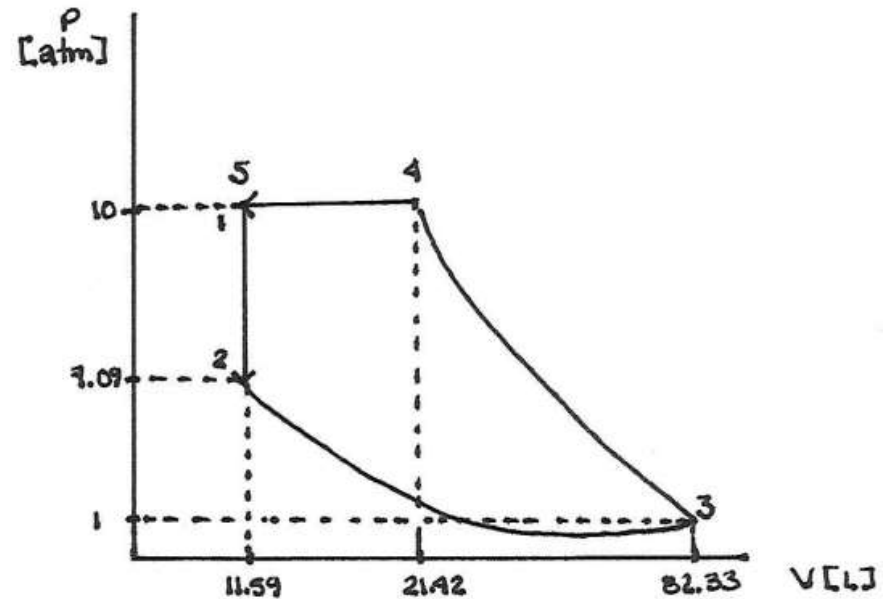
$$Q = \Delta H = -23\,897.59 \text{ J}$$

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 3

13. El diagrama correspondiente P-V para este proceso es:

Proceso	Q [J]	W [J]	$\Delta H$ [J]	$\Delta E$ [J]
Isométrico (1-2)	-4800	0	-8208	-4800
Isotérmico (2-3)	16334.45	16334.45	0	0
Adiabático (3-4)	0	-18765.72	32105.6	18765.72
Isobárico (4-1)	-23897.59	-9934.23	-23897.59	-13963.36
Total	-12363.14	-12365.5	0	0

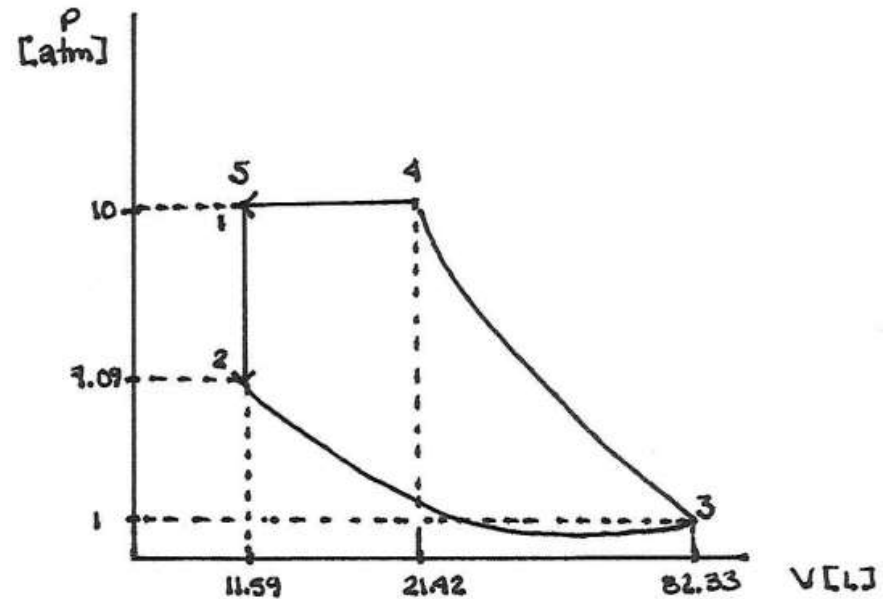


## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 3

1. Se construye una tabla con los datos proporcionados originalmente que describe las condiciones de estado:

Estado	Presión [atm.]	Volumen [L.]	Temperatura [K.]	Proceso
1	10	11.59	413.15	Isométrico (1-2)
2	7.09	11.59	293.15	
3	1	82.33	293.15	Isotérmico (2-3)
4	10	21.42	762.53	Adiabático (3-4)
5	10	11.59	413.15	Isobárico (4-5)



## Ejemplo 4

La temperatura al principio del proceso de compresión en un ciclo Otto de aire estándar ( $N_2$  y  $O_2$ ) es de 300K, con una relación de compresión de  $V_1/V_2 = 8$  y  $V_3/V_4 = 0.125$ ; una presión inicial de 1 atm, con un volumen del cilindro de  $0.6 \text{ dm}^3$ . La temperatura máxima durante el ciclo es de 2000 K. Considere que para los gases diatómicos se considera  $\gamma = 1.4$ ,  $C_p = 29.099 \text{ J/mol K}$ ,  $C_v = 20.785 \text{ J/mol K}$ . Con esta información determine:

- Las temperaturas y presiones finales de cada proceso del ciclo
- El  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta E$  para cada proceso

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 4

1. Se construye la tabla de condiciones de estado con las variables iniciales

Estado	Presión [atm]	Volumen [L]	Temperatura [K]	Proceso
1	1		300	Adiabático (1-2)
2				
3			2000	Isocórico (2-3)
4				Adiabático (3-4)
5	1		300	Isocórico (4-5)

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 4

2. Para el estado 1 determinar en L las unidades de volumen:

$$V_1 = 0.6 \text{ dm}^3 \left( \frac{1 \text{ L}}{1 \text{ dm}^3} \right) = 0.6 \text{ L}$$

3. El volumen del estado 2, el cálculo parte de la relación de compresión:

$$\frac{V_1}{V_2} = 8 \quad V_2 = \frac{V_1}{8} = \frac{0.6 \text{ L}}{8} = 0.075 \text{ L}$$

4. Ahora se calcula  $p_2$  con el aire considerado como un gas diatómico  $\gamma = 1.4$

$$p_2 = p_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma = 1 \text{ atm} \left( \frac{0.6 \text{ L}}{0.075 \text{ L}} \right)^{1.4} = 18.38 \text{ atm}$$



## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 4

5. Para la  $T_2$  :

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \quad T_2 = T_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = 300 \text{ K} \left( \frac{0.6 \text{ L}}{0.075 \text{ L}} \right)^{1.4-1} = 689.22 \text{ K}$$

6. Para el estado 3 aplicando la Ley de Gay-Lussac:

$V_3 = V_2 = 0.075 \text{ L} \rightarrow$  ya que es un proceso isocórico

$$\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2} \quad P_3 = P_2 \left( \frac{T_3}{T_2} \right) = 18.38 \text{ atm} \left( \frac{2000 \text{ K}}{689.21 \text{ K}} \right) = 53.34 \text{ atm}$$

7. Las variables termodinámicas del estado 4 :

$$\frac{V_3}{V_4} = 0.125 \quad V_4 = \frac{V_3}{0.125} = \frac{0.075 \text{ L}}{0.125} = 0.6 \text{ L}$$

$$\frac{T_4}{T_3} = \left( \frac{V_3}{V_4} \right)^{\gamma-1}$$

$$P_4 V_4^{\gamma} = P_3 V_3^{\gamma}$$

$$T_4 = T_3 \left( \frac{V_3}{V_4} \right)^{\gamma-1} = 2000 \text{ K} \left( \frac{0.075 \text{ L}}{0.6 \text{ L}} \right)^{1.4-1} = 870.55 \text{ K}$$

$$P_4 = P_3 \left( \frac{V_3}{V_4} \right)^{\gamma} = 53.33 \text{ atm} \left( \frac{0.075}{0.6} \right)^{1.4} = 2.90 \text{ atm}$$

8. Se determina el número de moles:

$$P_1 V_1 = n R T_1$$

$$n = \frac{P_1 V_1}{R T_1} = \frac{(1 \text{ atm})(0.6 \text{ L})}{(0.082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}})(300 \text{ K})} = 0.0244 \text{ mol}$$

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 4

Estado	Presión [atm]	Volumen [L]	Temperatura [K]	Proceso
1	1	0.6	300	Adiabático (1-2)
2	18.38	0.075	689.22	
3	53.34	0.075	2000	Isocórico (2-3)
4	2.90	0.6	870.55	Adiabático (3-4)
5	1	0.6	300	Isocórico (4-5)



## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 4

9. Se elabora la tabla de datos Termodinámicos

Proceso	Q [J]	W [J]	$\Delta H$ [J]	$\Delta E$ [J]
Adiabático (1-2)				
Isocórico (2-3)				
Adiabático (3-4)				
Isoométrico (4-1)				
Total				

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 4

10. Para el proceso adiabático 1-2:

$$Q = 0$$

$$\Delta H = nC_p(T_2 - T_1) = 0.0244 \text{ mol} \left( 29.099 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (689.22 - 300) \text{ K}$$

$$= 276.35 \text{ J}$$

$$\Delta E = nC_v(T_2 - T_1) = 0.0244 \text{ mol} \left( 20.785 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (689.22 - 300) \text{ K}$$

$$= 197.39 \text{ J}$$

$$W = -\Delta E = -197.39 \text{ J}$$

11. Para el proceso isocórico (2-3)

$$W = 0$$

$$\Delta H = nC_p(T_3 - T_2) = 0.0244 \text{ mol} \left( 29.099 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (2000 - 689.22) \text{ K}$$

$$= 930.67 \text{ J}$$

$$\Delta E = nC_v(T_3 - T_2) = 0.0244 \text{ mol} \left( 20.785 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (2000 - 689.22) \text{ K}$$

$$= 664.77 \text{ J}$$

$$Q_v = \Delta E = 664.77 \text{ J}$$

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 4

12. Para el proceso adiabático (3-4)

$$Q=0$$

$$\Delta H = n C_p (T_4 - T_3) = 0.0244 \text{ mol} \left( 29.099 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (870.55 - 2000) \text{ K}$$

$$= -801.93$$

$$\Delta E = n C_v (T_4 - T_3) = 0.0244 \text{ mol} \left( 20.785 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (870.55 - 2000) \text{ K}$$

$$= -572.80$$

$$W = -\Delta E = 572.80$$

13. Para el proceso isométrico (4-1)

$$W=0$$

$$\Delta H = n C_p (T_5 - T_4) = 0.0244 \text{ mol} \left( 29.099 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (300 - 870.55) \text{ K}$$

$$= -405.10 \text{ J}$$

$$\Delta E = n C_v (T_5 - T_4) = 0.0244 \text{ mol} \left( 20.785 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) (300 - 870.55) \text{ K}$$

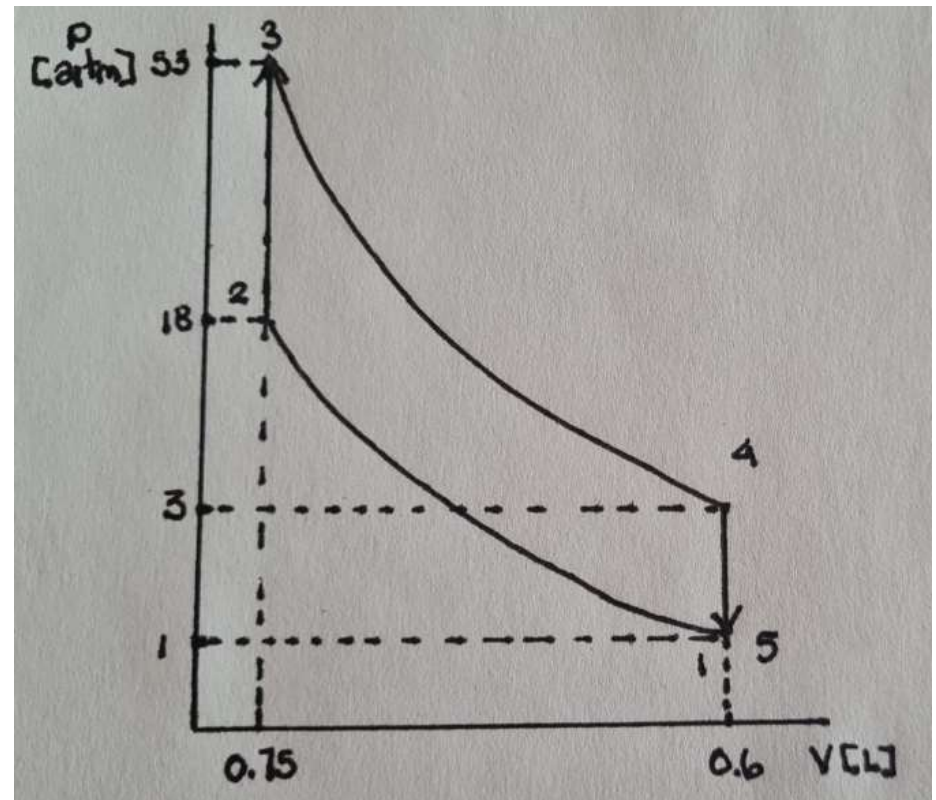
$$= -289.36 \text{ J}$$

$$Q_v = \Delta E = -289.36 \text{ J}$$

## Análisis de ciclos termodinámicos

### Ejemplo 4

Proceso	Q [J]	W [J]	$\Delta H$ [J]	$\Delta E$ [J]
Adiabático (1-2)	0	-197.39	276.35	197.39
Isocórico (2-3)	664.77	0	930.67	664.77
Adiabático (3-4)	0	572.80	-801.93	-572.80
Isoométrico (4-5)	-289.36	0	-405.10	-289.36
Total	375.41	375.41	0	0



# UNITEC<sup>MR</sup>

---

Universidad Tecnológica de México

piensa **actúa** avanza