Clase 23 11 Septiembre 2015

Título de la nota 10/09/2015

Ciclos Termodinámicos
$$\begin{cases} \Delta H_{ciclo} = 0 \\ \Delta U_{ciclo} = 0 \end{cases} \quad q_{ciclo} = w_{ciclo}$$

$$\oint dS = 0$$

solo sí todos los procesos son reversibles

Los ciclos más favorecidas son aquellos con isotermas pares ✓

el ciclo de Carnot se compone de :

I Exp. Isot. Rev.

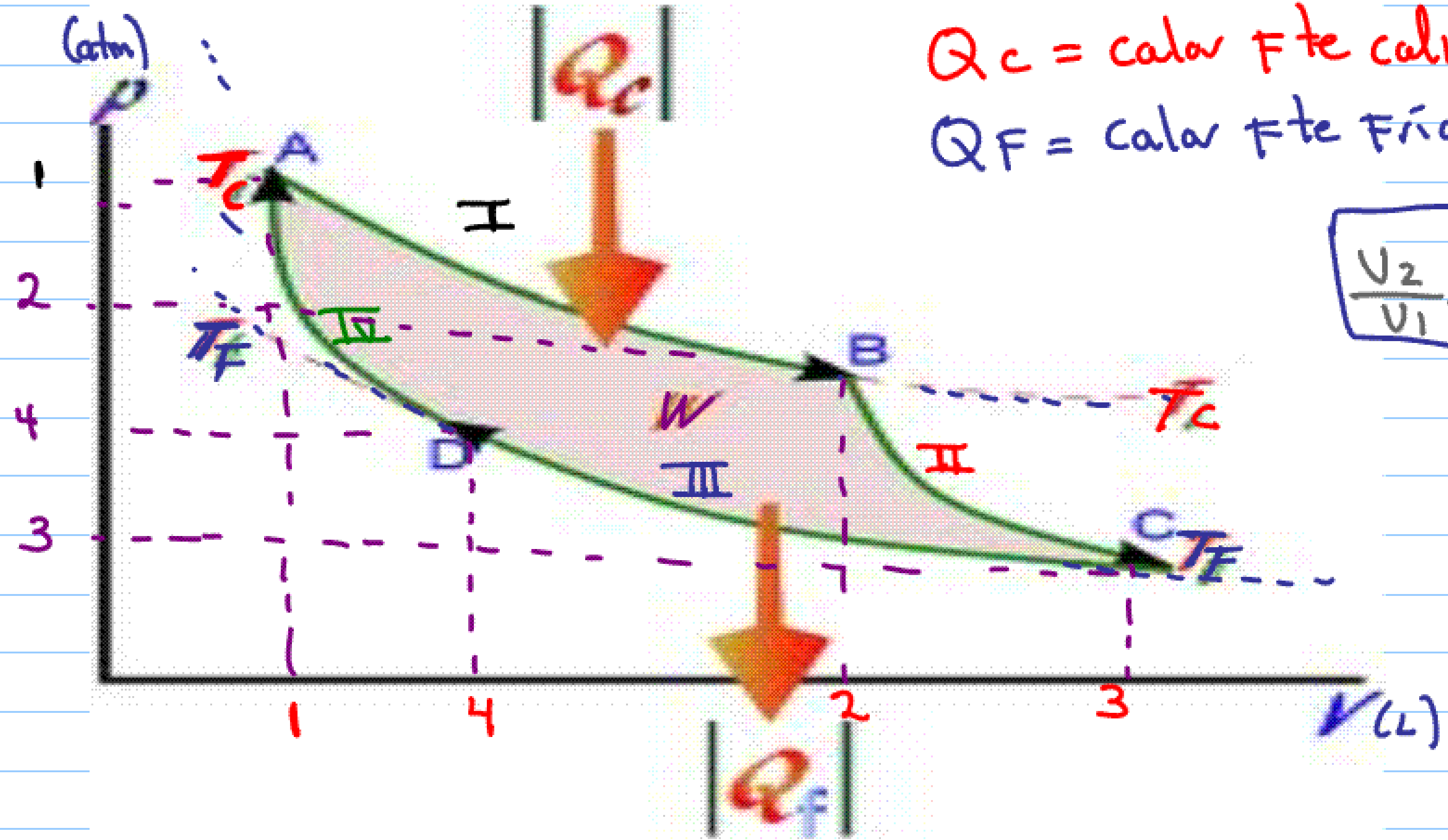
II Exp. Adiab. Rev. predecir las variables de estado

III Comp. Isot. Rev.

IV Comp. Adiab. Rev.

Título de la nota 10/09/2015

Ciclo de Carnot

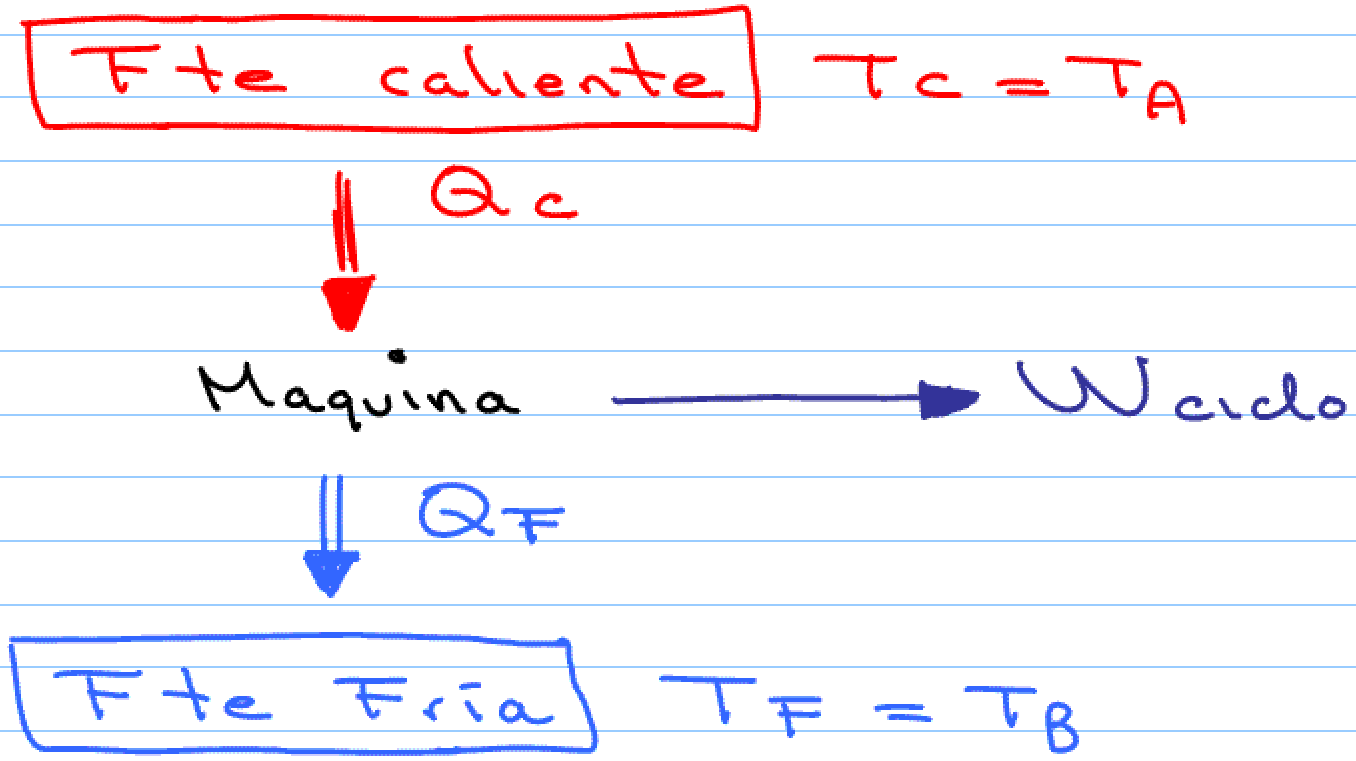


Q_c = calor fte caliente

Q_F = calor fte fría ✓

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$$

Maquina Tipo Carnot (Térmica)



Bosquejo preliminar

I	II	III	IV
$n_1 \rightarrow n_2 = cte$	$n_2 \rightarrow n_2 = cte$	$n_3 \rightarrow n_4 = cte$	$n_4 \rightarrow n_1 = cte$
$T_1 \rightarrow T_2 = cte$	$T_2 \rightarrow T_3 \downarrow$	$T_3 \rightarrow T_4 = cte$	$T_4 \rightarrow T_1 \uparrow$
$V_1 \rightarrow V_2 \uparrow$	$V_2 \rightarrow V_3 \uparrow$	$V_3 \rightarrow V_4 \downarrow$	$V_4 \rightarrow V_1 \downarrow$
$p_1 \rightarrow p_2 \downarrow$	$p_2 \rightarrow p_3 \downarrow$	$p_3 \rightarrow p_4 \uparrow$	$p_4 \rightarrow p_1 \downarrow$

✓ ✓ ✓

$V_3 > V_2 > V_4 > V_1$ $\quad p_1 > p_2 > p_4 > p_3$ $\quad T_1 = T_2 > T_3 = T_4$

Tarea Ejemplo

Diseñar un ciclo de Carnot que pueda operar a condiciones de Laboratorio donde

$T_C = 298.15K$ $T_F = 273.15K$ $P_1 = 0.771$ atm (586 mmHg)

$n_1 = 1$ mol gas diatómico $\gamma = 1.4$

Resolución

A) Cálculo de variables

$$V_1 = \frac{(1\,mol)(0.082\,atm\,L/mol\,K)(298.15\,K)}{0.7710\,atm} = 31.709\,L$$

$$V_2 = 2V_1 = 2(31.709\,L) = 63.418\,L$$

$$T_1 = 298.15\,K \qquad T_2 = T_1 \qquad T_3 = T_4 = 273.15\,K$$

$$V_3^{\gamma-1} = \frac{T_3}{T_2} V_2^{\gamma-1} = \frac{273.15\,K}{298.15\,K}(63.418\,L)^{1.4-1}$$

$$V_3 = 78.940\,L$$

$$p_2V_2 = p_1V_1 = p_2 = p_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right) = 0.7710\,atm\left(\frac{31.709\,L}{63.418\,L}\right) = 0.3855\,atm$$

$$p_3V_3^{\gamma} = p_2V_2^{\gamma}$$

$$p_3 = p_2\left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\gamma} = 0 = 0.3855\,atm\left(\frac{63.418\,L}{78.94\,L}\right) = 0.2837\,atm$$

De la relación

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4} = V_4 = \frac{V_1V_3}{V_2} = \frac{(31.709\,L)(78.940\,L)}{(63.418\,L)} = 39.47\,L$$

$$p_4 = \frac{p_3V_3}{V_4} = 0.2837\,atm\left(\frac{78.94\,L}{39.47\,L}\right) = 0.5674\,atm$$

Tabla de variables

	P (atm)	V (L)	T (K)
1	0.7710	31.709	298.15
I			
2	0.3855	62.418	298.15
II			
3	0.2837	78.94	273.15
III			
4	0.5674	39.47	273.15

IV

Cálculo de Funciones termodinámicas

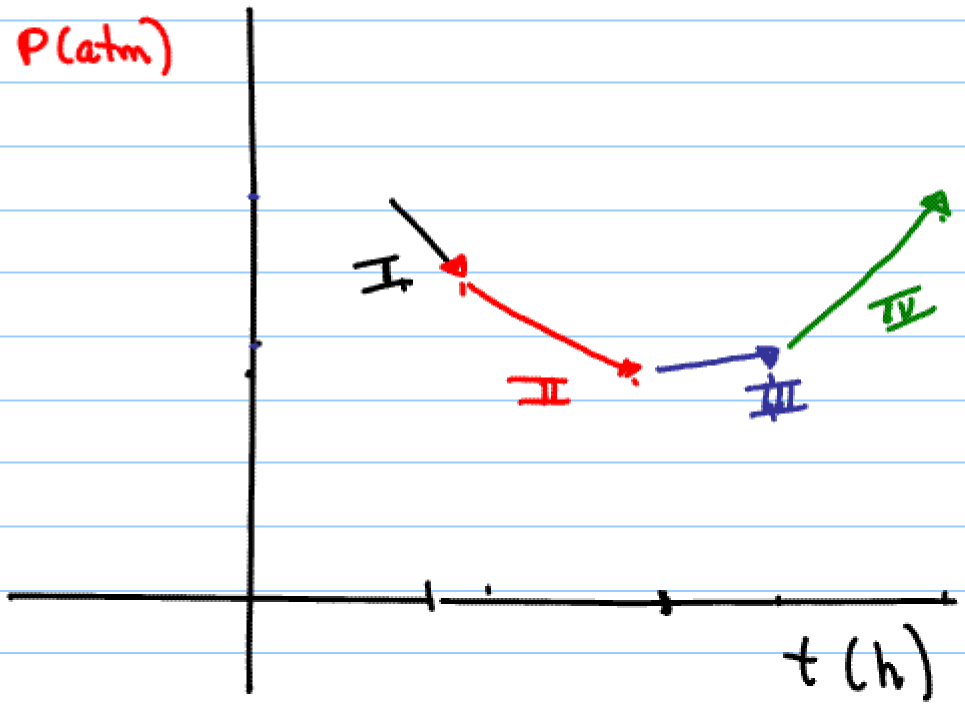
	q	w	ΔU	ΔH	ΔS
I	$nRT_c \ln \frac{V_2}{V_1}$ q caliente	q caliente	0	0	$nR \ln \frac{V_2}{V_1}$
II	0	$\frac{nR}{1-\gamma}(T_F - T_c)$ $-\Delta U$	$n\int_{T_F}^{T_c} \bar{C}_v \, dT$	$n\int_{T_F}^{T_c} \bar{C}_p \, dT$	0
III	$nRT_F \ln \frac{V_4}{V_3}$ q fría	q fría	0	0	$nR\ln \frac{V_4}{V_3}$
IV	0	$\frac{nR}{1-\gamma}(T_c - T_F)$ $-\Delta U$	$n\int_{T_c}^{T_F} \bar{C}_v \, dT$	$n\int_{T_F}^{T_c} \bar{C}_p \, dT$	0
Total	q ciclo =	w ciclo	0	0	0

Tabla de Funciones termodinámicas

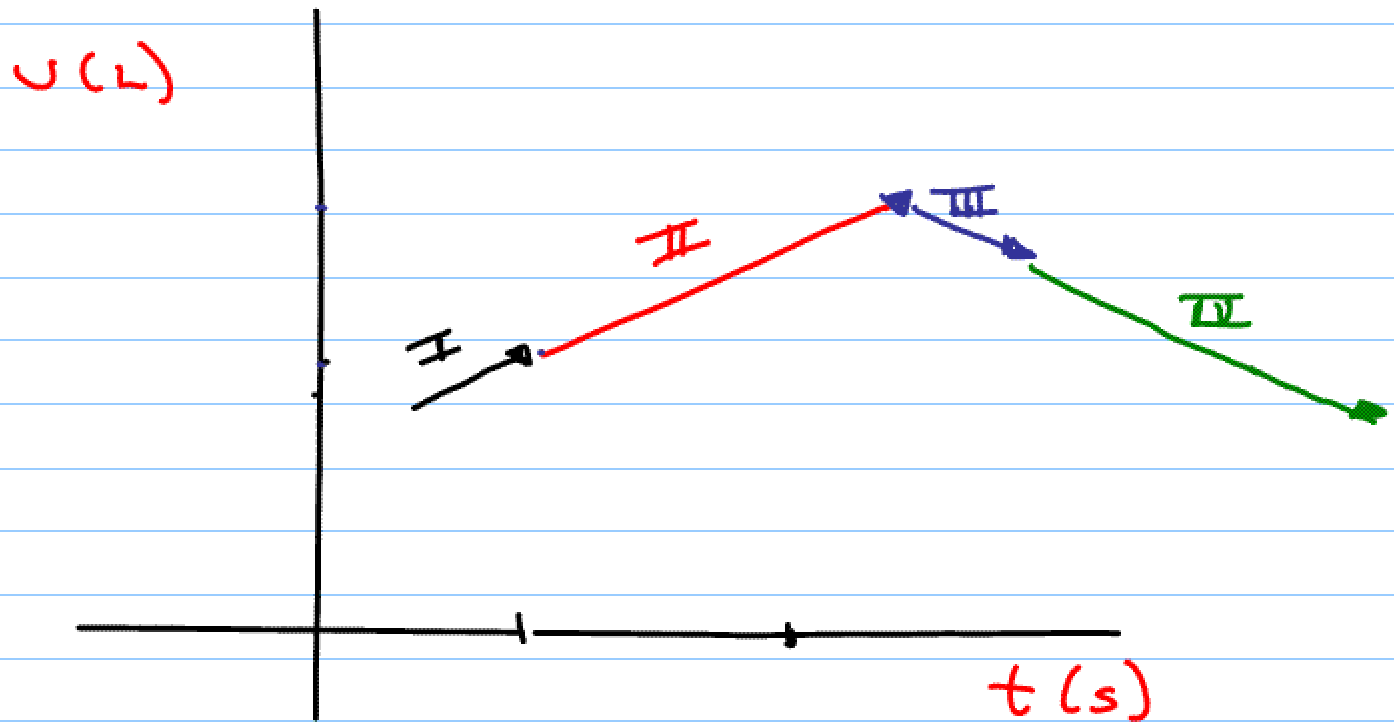
	ΔU (J)	ΔH (J)	ΔS (J/K)	q (J)	w (J)
I	0	0	5.7628	1718.18	1718.18
II	-519.625	-727.475	0	0	519.625
III	0	0	-5.7628	-1574.115	-1574.115
IV	519.625	727.475	0	0	-519.625
total	0	0	0	144.06	144.06

Checar cálculos

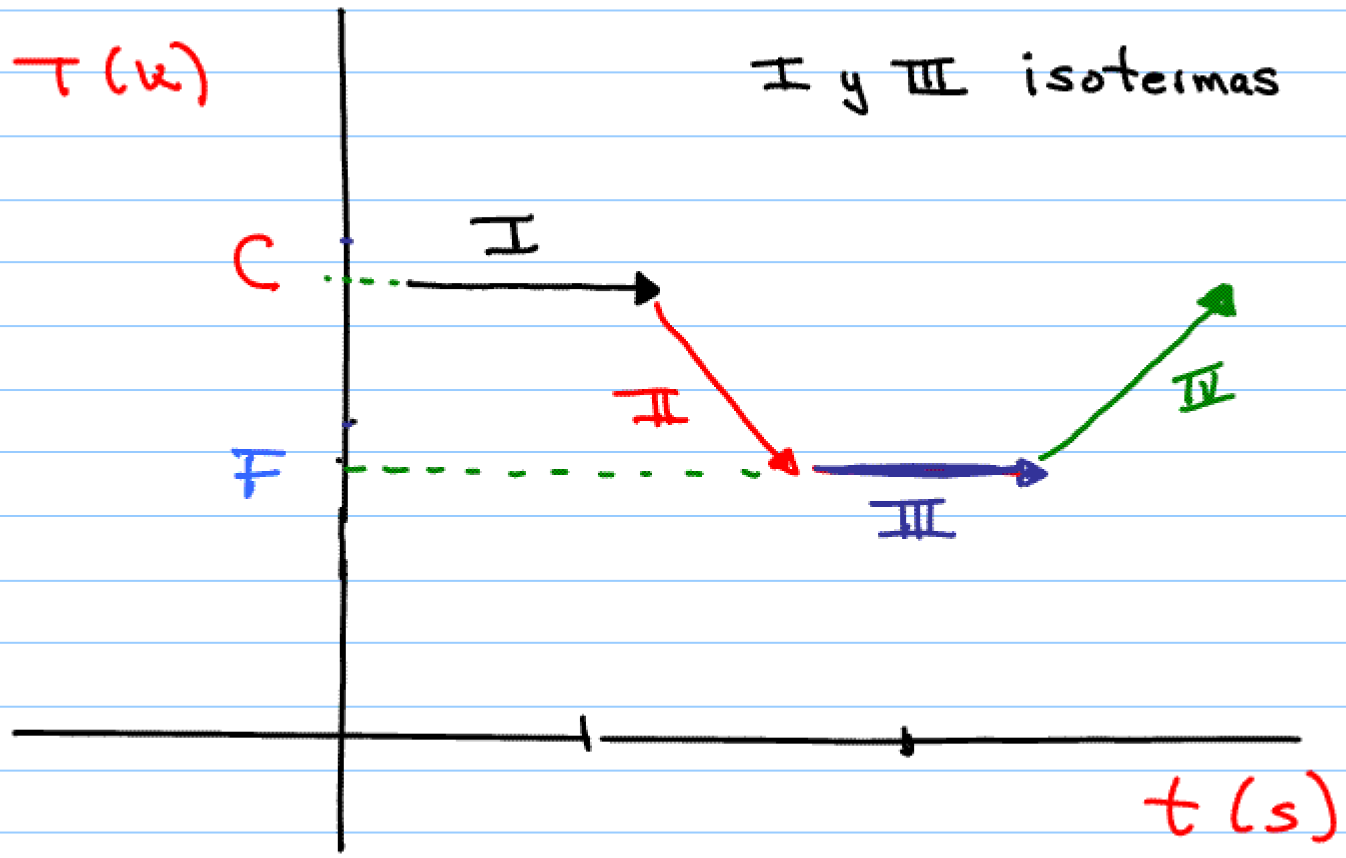
Diagramas Adicionales grado de avance



Gráficos de grado de avance



Gráficos de grado de avance



Gráfica S vs T

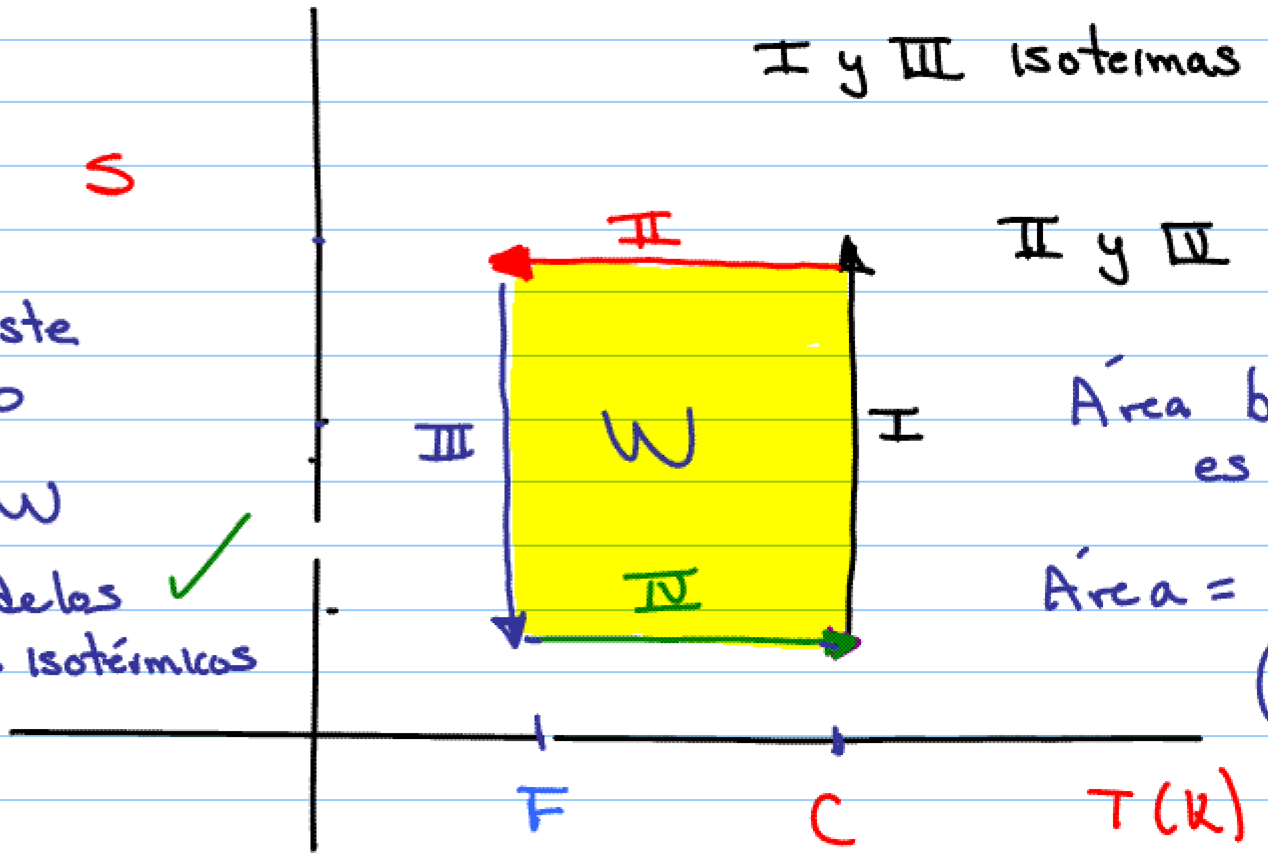
I y III isotermas

II y IV isoentropas

en este caso

$Q = W$

Q es de los procesos isotérmicos

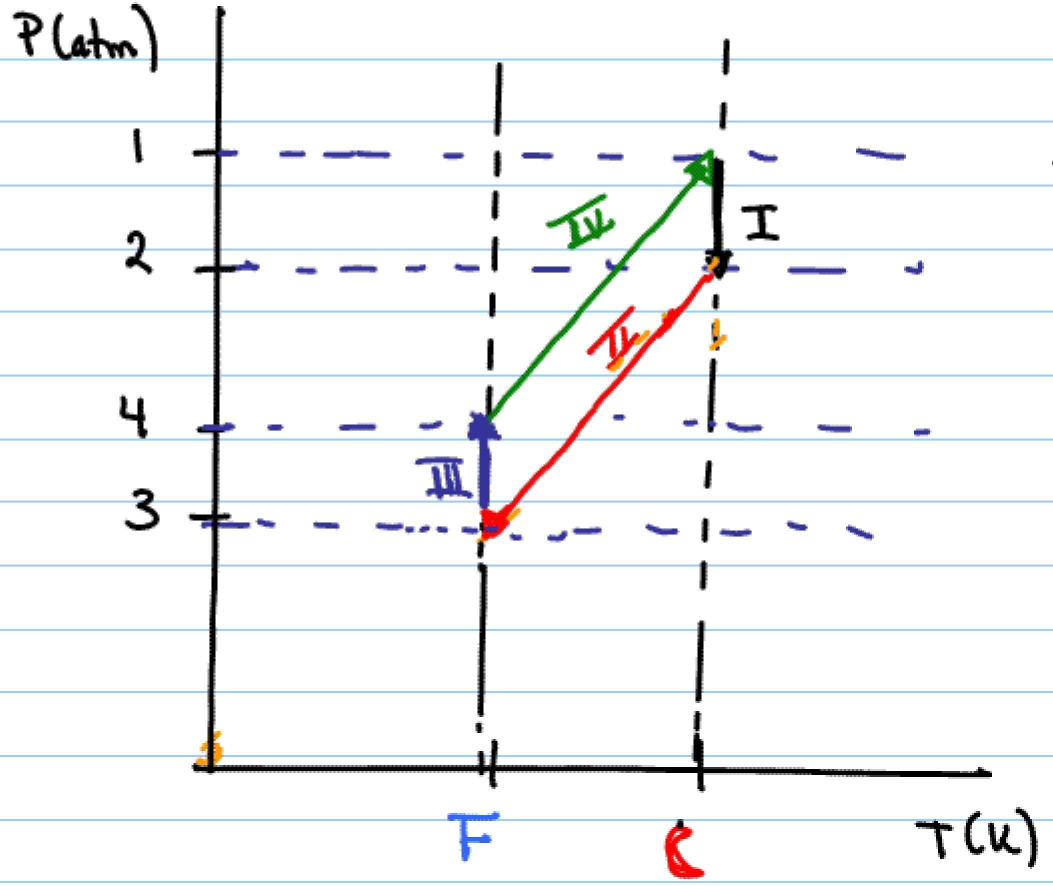


Área bajo la curva es trabajo

$\text{Área} = (S)(T)$

$\left(\frac{J}{K}\right)(K) = J$ energía

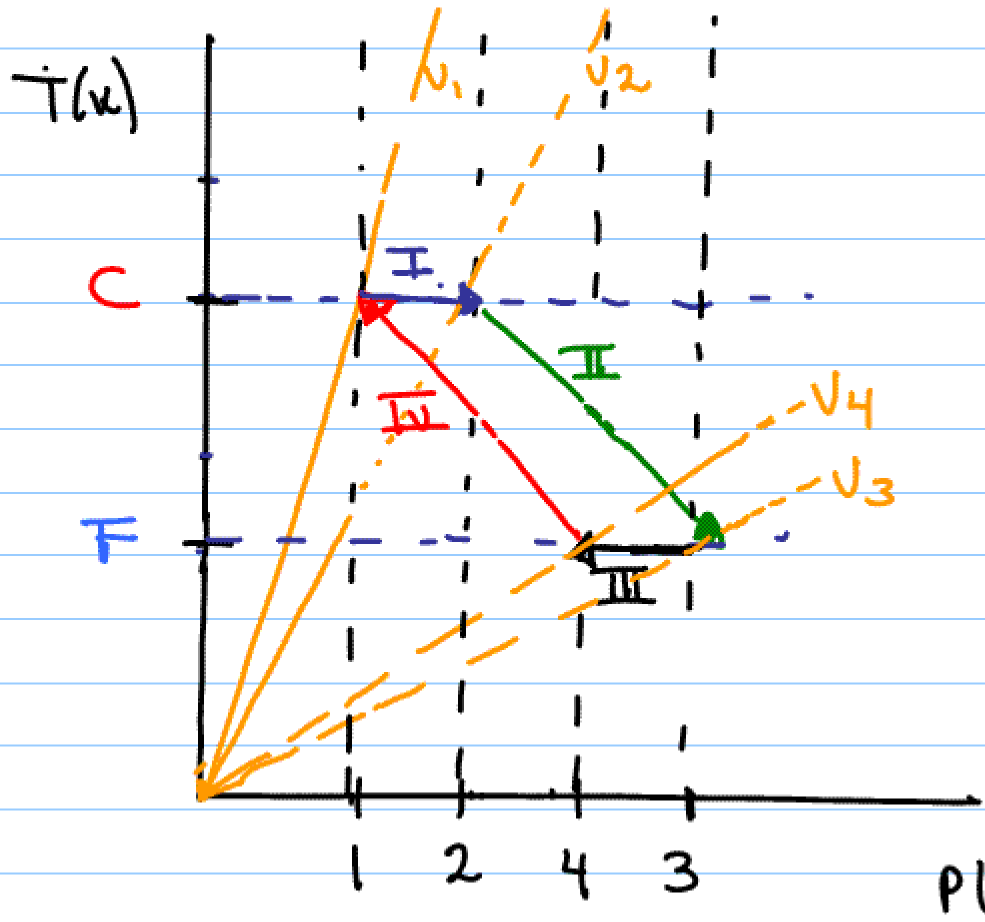
Ciclo de Carnot P vs T



Isocoras

$V_3 > V_2 > V_4 > V_1$

Ciclo de Carnot   P vs T



Isocoras

$V_3 > V_2 > V_4 > V_1$

Cálculo de eficiencia

$$\%\eta = \frac{T_C - T_F}{T_C} \times 100 = \frac{298.15K - 273.15K}{298.15K} = 8.385\%$$

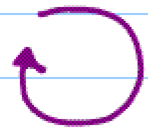
$$\%\eta = \frac{W_{ciclo}}{Q_{caliente}} \times 100 = \frac{144.0642J}{1718.18J} \times 100 = 8.385\%$$

Conclusiones

$q_{ciclo} = W_{ciclo}$

$\Delta S_c = 0$ ciclo reversible

ΔU_c y $\Delta H_c = 0$ Función de estado que regresa a la condición inicial

Ciclo endotérmico (máquina térmica)  $W (+)$

orden de las manecillas del reloj