S T Q Q S S D

02/06/20

Revisão da aula passada.

Lembrete: Pi3 próxima aula
Processos, Ciclos, Entropia

- Para processos reversíveis

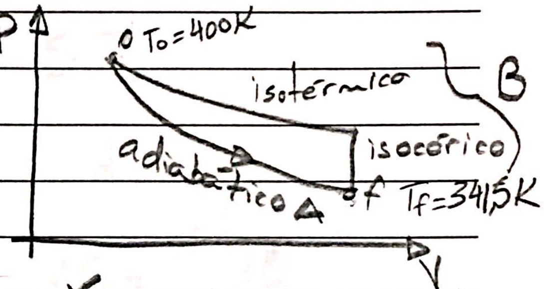
$$dS = \frac{dQ}{T} \Rightarrow \Delta S = \int_i^f \frac{dQ}{T}$$

- Entropia S é uma função de estado.
- Todo processo quase-estático é reversível
- Todo ciclo termodinâmico reversível $\Rightarrow \Delta S = 0$
- Lembrando que um reservatório mantem T const. $\Rightarrow \Delta S_{res} = \frac{Q}{T}$

Exercício: Questão 2 da Pi1

e) Calcular a variação de entropia dos dois recipientes A e B

f) Desenhar o diagrama ST



$P_0 = 16,4atm \quad V_f = 2V_0 \Rightarrow$ adiabático $PV^\gamma = const \Rightarrow P_f = 7atm.$

$n = 2mol \quad V_0 = 8L$

$PV = nRT \Rightarrow T_0 = 400K$ e $T_f = 341,5K$

	ΔU (J)	Q(J)	W (J)	
A	-4370	0	4370	adiabático
B_1	0	4600	4600	isotermico
B_2	-4370	-4370	0	isocórico $dQ = nc_vdT$
B	-4370	230	4600	total = isotérmico + isocórico

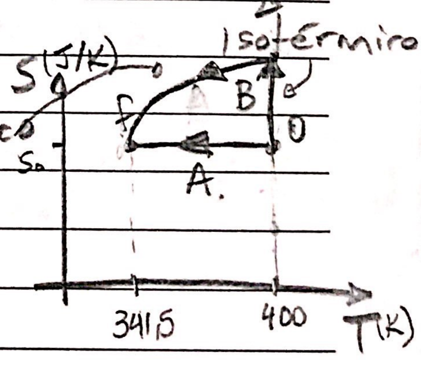
e) recipiente A $\Rightarrow$ adiabático $\Rightarrow Q_A = 0 \Rightarrow \Delta S_A = 0$

recipiente B $\Rightarrow$ isotérmico $T_0 = 400K \Rightarrow \Delta S_{B1} = \frac{Q_{B1}}{T_0} = \frac{4600}{400} = 11,5 J/K$

isocórico $V = 0 \Rightarrow W_{B2} = 0 \quad \underbrace{T_0 = 400K \rightarrow T_f = 341,5K}$

$$\Delta S_{B2} = \int_0^f \frac{dQ}{T} = \int_{T_0}^{T_f} \frac{nc_v dT}{T} = nc_v \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right)$$

$$\Delta S_{B2} = \cancel{2} \times \frac{9}{\cancel{2}} \times 8,3 \ln\left(\frac{341,5}{400}\right) = -11,5 J/K$$



$$\Delta S_B = \Delta S_{B1} + \Delta S_{B2} = 11,5 - 11,5 = 0$$

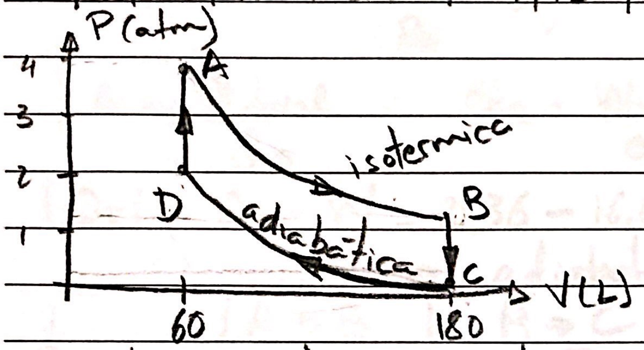
S T Q Q S S D ___/___/___

$n = 4\,mol$

Exercício: Questão 2 da Pi2. $c_V = \frac{3}{2}R$; $c_p = \frac{5}{2}R$; $\gamma = 5/3$

	P(atm)	V(L)	T(K)	U (kJ)
A	3,84	60	694	34,56
B	1,28	180	694	34,56
C	0,32	180	173,5	8,64
D	2,00	60	360	17,93

	ΔU (kJ)	W (kJ)	Q (kJ)	processo
A→B	0	25,31	25,31	isotémica
B→C	-25,92	0	-25,93	isocórico
C→D	9,29	-9,29	0	adiabático
D→A	16,63	0	16,63	isocórico
Total	0	16,02		



Cálculo de ΔS para todos os processos

Diagrama ST

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

	A→B	B→C	C→D	D→A
dQ	25,31	nc_VdT	0	nc_VdT
ΔS(J/K)	36,3	-69,0	0	32,7

$$\Delta S = \int_i^f \frac{dQ}{T}$$

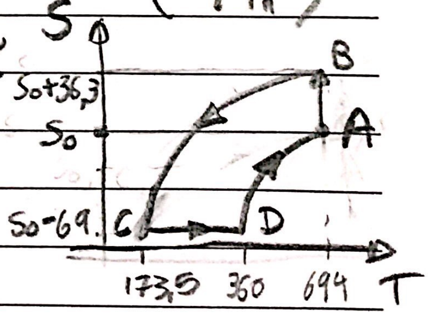
isotermico $T = const \Rightarrow \Delta S = \frac{1}{T}\int dQ = \frac{Q}{T} \Rightarrow \Delta S_{AB} = \frac{25{,}31\ kJ}{694\ K}$

$\Delta S_{AB} = 0{,}0363\ \frac{kJ}{K} = 36{,}3\ J/K$

isocorico $dQ = nc_VdT \Rightarrow \Delta S = \int_i^f \frac{nc_VdT}{T} = nc_V \ln\left(T_F/T_i\right)$

$\Delta S_{BC} = 4 \times \frac{3}{2} \times 8{,}3 \ln\left(\frac{173{,}5}{694}\right) = -69{,}0\ J/K$

$\Delta S_{DA} = 4 \times \frac{3}{2} \times 8{,}3 \ln\left(\frac{694}{360}\right) = 32{,}7\ J/K$



$\Delta S_{total} = \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} + \Delta S_{CD} + \Delta S_{DA} = 36{,}3 - 69{,}0 + 32{,}7 = 0$

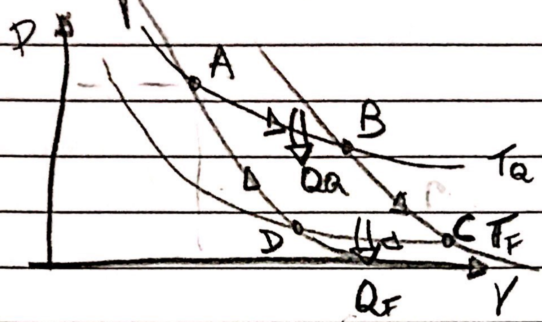
$\Delta S_{total} = 0$ Todo ciclo tem $\Delta S = 0$, pois S é função de estado

Máquina de Carnot $\Rightarrow T_F = 173{,}5K$ e $T_Q = 694K$

S T Q Q S S D ___/___/___

Máquina de Carnot

$T_F = 173{,}5K$ e $T_Q = 694K$



$W_{total} = 16{,}02\ kJ$

$$\boxed{e = 1 - \frac{T_F}{T_Q}} = 1 - \frac{173{,}5}{694} = 0{,}75$$

$$e = \frac{W_{total}}{Q_Q} \therefore Q_Q = \frac{W_{total}}{e} = \frac{16{,}02}{0{,}75} \qquad Q_Q = 21{,}36\ kJ$$

$T_Q = 694K$

$$|Q_F| = Q_Q - W = 21{,}36 - 16{,}02 = 5{,}34\ kJ \qquad Q_F = -5{,}34\ kJ$$

$T_F = 173{,}5$

	isotermico	adiabatica	isotermica	adiabática
	$A \to B$	$B \to C$	$C \to D$	$D \to A$
Q (kJ)	21,36	0	-5,34	0
ΔS (J/K)	30,8	0	-30,8	0

isotermica $\Delta S = \frac{Q}{T}$ $\qquad \Delta S_{AB} = \frac{21{,}36}{694} = 0{,}0308\ \frac{kJ}{K} = 30{,}8\ J/K$

$$\Delta S_{CD} = \frac{-5{,}34}{173{,}5} = -0{,}0308\ kJ/K = -30{,}8\ J/K$$

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} + \Delta S_{CD} + \Delta S_{DA} = 30{,}8 + 0 - 30{,}8 + 0 = 0$$

$\Delta S_{total} = 0$ ciclo reversível.