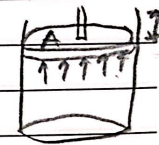


Revisão: 1ª Lei da Termodinâmica $dU = dQ - dW$
 gás $\Rightarrow W = \int P dV$ \leftarrow mecânica $dW = \vec{F} \cdot d\vec{s}$
 $dW = \frac{F \Delta s}{A}$ 

U é uma função de estado que descreve o grau de agitação e interação do sistema. $\Delta W = P \Delta V$

2ª Lei da Termodinâmica $dS = \frac{dQ_{rev}}{T} \Rightarrow \Delta S = \int_{T_i}^{T_f} \frac{dQ_{rev}}{T}$

$dS_{univ} \geq 0$ se $= 0$ o processo é reversível
 > 0 o " " " irreversível

$dS_{univ} = dS + dS_{ambiente}$
 S é uma função de estado que descreve o grau de desordem do sistema.

3ª Lei da Termodinâmica S é positivamente definida e em ^{sistemas} clássicos com $T=0K \Rightarrow S=0$
 e em sistemas quânticos com $T=0K \Rightarrow S_0 > 0$

Processos Termodinâmicos:

- isotérmico $\Rightarrow T = const$
 - isocórico $\Rightarrow V = const$
 - isobárica $\Rightarrow P = const$
 - adiabático $\Rightarrow Q = 0$
- É possível realizados muito lentamente de forma quase-estática sendo reversíveis, nesta forma.

• expansão livre $\Rightarrow W=0$ e $Q=0 \Rightarrow \Delta U=0$ irreversível
 gás ideal. vel

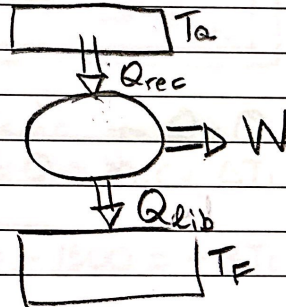
gás ideal	dU	dW	dQ	$c_v = \frac{\nu}{2} R$	$\nu = n^\circ$ grau de liberdade
isotérmico	0	$nRT \int \frac{dV}{V}$	dW		
isocórico	$nc_v dT$	0	dU	$c_p = c_v + R$	atômico $\nu=3$
isobárica	$nc_p dT$	$P \int dV$	$dU + dW$	$\gamma = c_p/c_v$	diatômico $\nu=5$
adiabático	$nc_v dT$	dU	0	$\Rightarrow PV^\gamma = const$	poliatômico $\nu=6$

(rigida)

Ciclos termodinâmico (estado inicial = estado final)

$$\Delta U = 0 \text{ e } \Delta S = 0$$

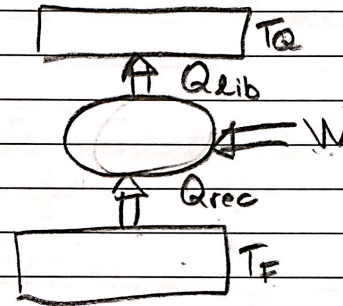
Máquinas térmicas



$$Q_{rec} = W + |Q_{lib}|$$

$$e = \frac{W}{Q_{rec}} = 1 - \frac{|Q_{lib}|}{Q_{rec}}$$

Refrigeradores



$$W + Q_{rec} = |Q_{lib}|$$

$$e = \frac{Q_{rec}}{W}$$

Máquina de Carnot (a máquina mais eficiente

$$e = 1 - \frac{T_f}{T_a}$$

possível nas mesmas condições, pois é construída com processos reversíveis \Rightarrow 2 adiabáticos e 2 isotérmicos)

Exercício: Exemplo 17-8 (Tipler)

1	T_1	2	T_2
20L		20L	

- 1) 1 mol de N_2 a $T_1 = 300K$ } inicial
 $\rightarrow C_V = \frac{5}{2}R$
 2) 1 mol de He a $T_2 = 320K$ }

1 mol N_2	T_f
+ 1 mol He	40L

- $T_f = ?$
 P_{N_2} e $P_{He} = ?$ } final
 $\rightarrow C_V = \frac{3}{2}R$

Isolado $\Rightarrow Q=0$ e $W=0 \Rightarrow \Delta U=0 \Rightarrow \Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2$

$$\Delta U = 0 = n_1 C_{V1} \Delta T_1 + n_2 C_{V2} \Delta T_2 \Rightarrow 1 \times \frac{5}{2}R \times (T_f - 300) = -1 \times \frac{3}{2}R (T_f - 320)$$

$$5T_f - 1500 = -3T_f + 960 \quad \therefore 8T_f = 2460 \quad \therefore T_f = \frac{2460}{8} = 307,5K$$

$T_f = 307,5K < 310K$ pois os 2 gases têm calor específico diferentes.

Pressões iniciais: $P_1 = \frac{nRT_1}{V_1} = \frac{1 \times 0,083 \times 300}{20} = 1,245 \text{ atm } N_2$

$$P_2 = \frac{nRT_2}{V_2} = \frac{1 \times 0,083 \times 320}{20} = 1,328 \text{ atm He}$$

final $PV = nRT$

$$P = \frac{2 \times 0,083 \times 307,5}{40} = 1,276 \text{ atm}$$

$$P(He) = \frac{n_2 RT_f}{V_f} = \frac{1 \times 0,083 \times 307,5}{40} = 0,638 \text{ atm}$$

$$P(N_2) = \frac{n_1 RT_f}{V_f} = \frac{1 \times 0,083 \times 307,5}{40} = 0,638 \text{ atm}$$

Lei das pressões parciais:
 $P = P_1 + P_2$

Outro problema: mesma condição inicial e deixar a divisória móvel.

N_2	He

$$T_f \text{ e } P(N_2) = P(He) \quad \frac{n_1 RT_f}{V_{1f}} = \frac{n_2 RT_f}{V_{2f}}$$

$$T_f = 307,5K$$

$$V_{1f} = V_{2f}$$

$$Q=0 \quad W=0$$

$$\Delta U=0$$

Lista 3 (Noturno) Ex. 24

$$n = 1 \text{ mol}$$

$$\text{NTP} \Rightarrow P_i = 1 \text{ atm}$$

$$V_0 = nRT_0 = 1 \times 0,083 \times 298$$

$$T_0 = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$P_0 = 1$$

$$V_0 = 24,7 \text{ L}$$

↙

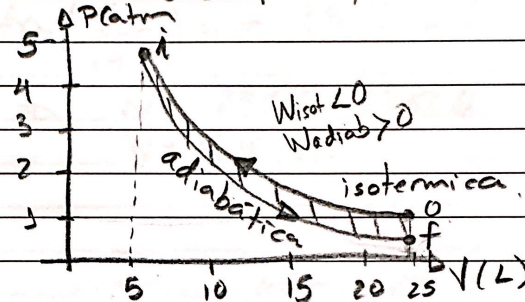
(i) compressão isotérmica até $5 \text{ L} = V_i$ (ii) expansão adiabática até V_0 e $P_f = 0,55 \text{ atm}$

a) P_i e T_f

b) c_v e c_p

c) ΔU

d) W

isotérmico $T_0 = T_i$

$$P_0 V_0 = P_i V_i \Rightarrow P_i = P_0 \frac{V_0}{V_i} = 1 \times \frac{24,7}{5} = 4,94 \text{ atm}$$

adiabática

$$P_i V_i^\gamma = P_f V_f^\gamma \quad \text{e} \quad PV = nRT \Rightarrow T_f = \frac{P_f V_f}{nR} = \frac{0,55 \times 24,7}{1 \times 0,083} = 163,7 \text{ K}$$

b) $\frac{P_i}{P_f} = \left(\frac{V_f}{V_i}\right)^\gamma \Rightarrow \frac{4,94}{0,55} = \left(\frac{24,7}{5}\right)^\gamma \Rightarrow \frac{4,94}{0,55} = 4,94^\gamma$

$$\frac{4,94}{4,94^\gamma} = 0,55 \quad \therefore 4,94^{1-\gamma} = 0,55 \Rightarrow (1-\gamma) \ln(4,94) = \ln(0,55)$$

$$1-\gamma = \frac{\ln(0,55)}{\ln(4,94)} = -0,374$$

$$\ln(x^n) = n \ln(x)$$

$$1-\gamma = -0,374$$

$$\gamma = 1,374 = \frac{c_p}{c_v}$$

gas ideal $c_p = c_v + R$ $\frac{c_v + R}{c_v} = 1,374$

$$c_v + R = 1,374 c_v$$

$$0,374 c_v = R \quad \therefore c_v = \frac{0,83 \text{ [J/mol}\cdot\text{K]}}{0,374} = 22,2 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

$$c_p = c_v + R = 22,2 + 8,3 = 30,5 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

c) $\Delta U = n c_v \Delta T = 1 \times 22,2 \times (163,7 - 298) = -2981,5 \text{ J}$

d) $W = W_{isot} - W_{adiab}$ ou $\Delta U = W - Q$
 $-2981,5 = W - Q_{isot}$

$Q = Q_{isot} + Q_{adiab}$

isotermica $\Delta U_{isot} = 0$ $W_{isot} = Q_{isot} = \int P dV = nRT_0 \ln\left(\frac{V_i}{V_o}\right)$

$W_{isot} = Q_{isot} = 1 \times 8,3 \times 298 \ln\left(\frac{5}{24,7}\right) = -3951,0 \text{ J}$

$-2981,5 = W + 3951,0 \Rightarrow W = -2981,5 - 3951,0$
 $W = -6932,5 \text{ J}$

Liste 1 (Noturno) Ex. 11

$V = \text{const}$ termometro gás 50 torr = 50 mm Hg em T_3 água

a) P em $T = 300 \text{ K}$

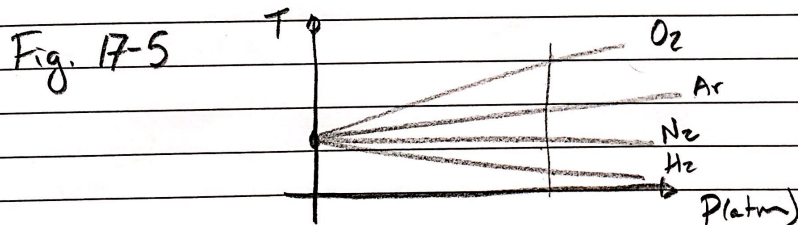
b) T em $P = 678 \text{ torr}$

$T \text{ --- } P$
 $T_3 \text{ --- } P_3$

$PT_3 = TP_3$

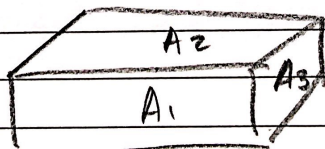
$P = \frac{TP_3}{T_3} = \frac{300 \times 50}{273,16}$

$T_3 = 0,01^\circ\text{C} = 273,16 \text{ K}$
 $P_3 = 4,58 \text{ mm Hg}$



Dúvida

gas $T, n, P \Rightarrow V = \frac{nRT}{P}$ gás ideal = rarefeito
 V_0



P igual nas 6 paredes
 $P = \frac{F}{A}$ $F_1 \neq F_2 \neq F_3$