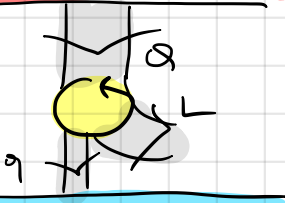


LEZIONE 16

27/11/2020

RIASSUNTO LEZIONE PRECEDENTE

$$T_1 > T_2$$

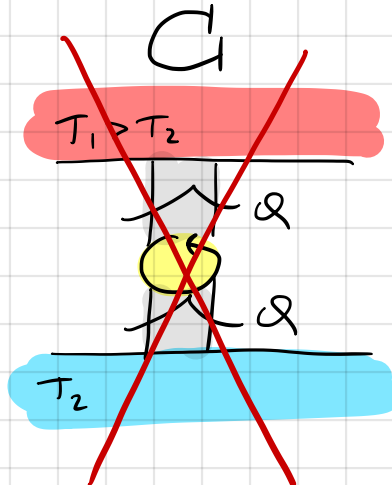
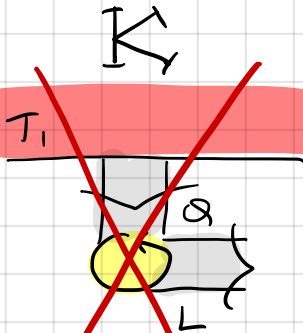


← GENERICA MACCHINA TERMICA OPERANTE TRA 2 JORGENTI

$$T_2$$

$$\text{I PRINCIPIO} \rightarrow \eta = \frac{L}{Q} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

~~II PRINCIPIO~~



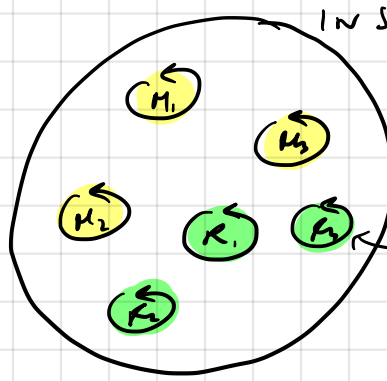
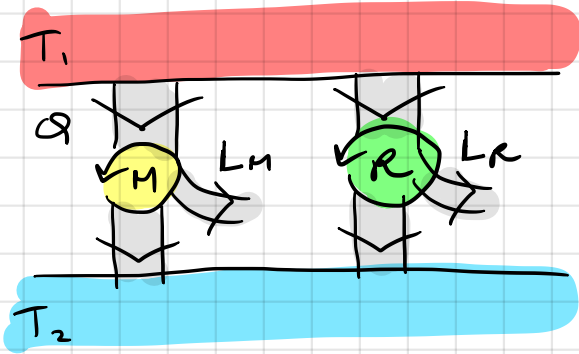
DEF.

UNA TRASFORMAZIONE SI DICE REVERSIBILE SE IL SISTEMA E L'AMBIENTE POSSONO* ESSERE RIPORTATI NEI RISPETTIVI STATI INIZIALI SENZA CHE NULL'ALTRO AVVENGA

* OVEVERO SENZA VIOLARE IL SECONDO PRINCIPIO

TEOREMA DI CARNOT

$$\mathcal{M}_2(T_1, T_2)$$



INSIEME DELLE
MACCHINE
CICLICHE CHE
LAVORANO TRA
2 SORGENTI T_1, T_2

MACCHINE
REVERSIBILI

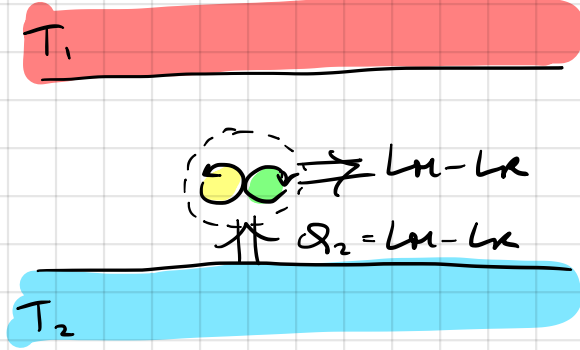
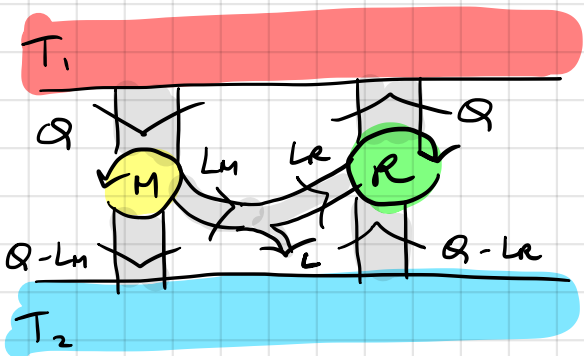
$$\eta_M = \frac{L_M}{Q} \quad \eta_R = \frac{L_R}{Q}$$

$$\forall M_i, R_i \in \mathcal{M}_2 \quad \eta_{M_i} \leq \eta_{R_i}$$

TEOREMA DI CARNOT: NON ESISTE UNA MACCHINA TERM. OPERANTE TRA DUE SORGENTI CON UN RENDIMENTO MAGGIORE DI QUELLO DI UNA MACCHINA REVERSIBILE (OPERANTE TRA LE STESS E DUE SORGENTI)

DI MOSTRAZIONE PER ASSURDO

$$\eta_M > \eta_R \Rightarrow L_M = \eta_M Q > L_R = \eta_R Q$$



COROLLARIO

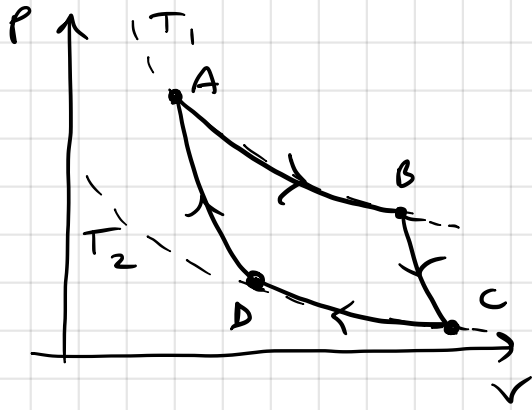
$$\eta_{R_i} = \eta_{R_j}$$

SI DIMOSTRA FACILMENTE X ASSURDO COME SOPRA

$$\eta_R(T_1, T_2)$$

L'EFFICIENZA DI UNA MACCHINA REVERSIBILE CHE OPERA TRA DUE SORGENTI DIPENDE SOLO DALLA TEMPERATURA DELLE 2 SORG.

CICLO DI CARNOT



CICLO REVERSIBILE TRA 2 SORGENTI

REVERSIBILE \Rightarrow SCAMBI DI CALORE DEVONO AVVENIRE SOLO ALLA STESSA TEMPERATURA



LE UNICHE TRASFORMAZIONI PERMESSE SONO ISOTERMICHE E ADIABATICHE

\uparrow
QUASI STATICHE

POI CHE' M_R E' LO STESSO PER TUTTE LE MACCHINE REVERSIBILI CALCOLIAMOLO NEL CASO + SEMPLICE

GIS IDEALE CHE PERCORRE CICLO DI CARNOT

$$Q_1 = Q_{AB} = L_{AB} = nRT_1 \ln \frac{V_B}{V_A} > 0$$

$$Q_2 = Q_{CD} = L_{CD} = nRT_2 \ln \frac{V_D}{V_C} < 0$$

$$Q_{BC} = Q_{DA} = 0$$

$$L_{TOT} = Q_1 + Q_2 \quad Q_{ASS} = Q_1$$

$$M_R = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} = 1 + \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$$

$$\frac{|Q_2|}{|Q_1|} = \frac{nRT_2 \ln V_C/V_D}{nRT_1 \ln V_B/V_A}$$

$B \rightarrow C$ $D \rightarrow A$
ADIAB. Q.S.

\Downarrow
 $V T^{\frac{1}{\gamma-1}} = \text{cost}$

$$V_C T_2^{\frac{1}{\gamma-1}} = V_D T_1^{\frac{1}{\gamma-1}} \quad \text{DIVIDENDO MEMBRO A MEMBRO}$$

$$V_D T_2^{\frac{1}{\gamma-1}} = V_A T_1^{\frac{1}{\gamma-1}}$$

\Downarrow
 $\frac{V_C}{V_D} = \frac{V_B}{V_A} \Rightarrow \frac{|Q_2|}{|Q_1|} = \frac{T_2}{T_1}$

$$\eta_R = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

SE OPERIAMO IL CICLO DI CARNOT AL CONTRARIO AVREMO UNA MACCHINA FRIGORIFERA DI EFFICIENZA

$$\text{COP}_f = \frac{|Q_2|}{|Q_1| - |Q_2|} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

OPPURE UNA POMPA DI CALORE CON

$$\text{COP}_p = \frac{|Q_1|}{|Q_1| - |Q_2|} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

IL RISULTATO $\frac{|Q_1|}{|Q_2|} = \frac{T_1}{T_2}$ È STATO OTTENUTO

PER UN GAS IDEALE PER CUI

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{nR} = \frac{P_1 V_1}{R} \quad T_2 = \frac{P_2 V_2}{R}$$

TEMPERATURE DEGLI 2 SOGGETTI MISURATE CON UN TERMOMETRO A GAS IDEALE

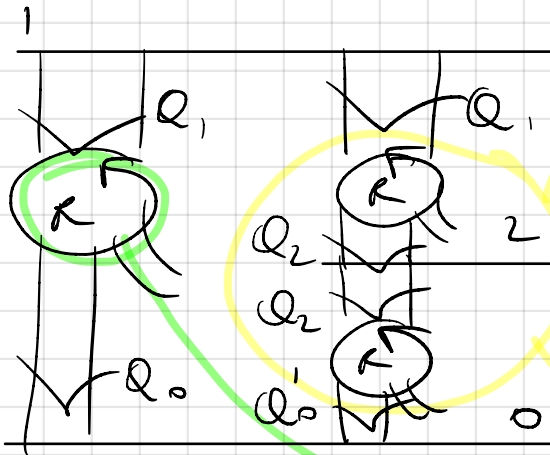
CERCHIAMO UNA NUOVA DEFINIZIONE DI T SLEGATA DA OGNI TERMOMETRO. PRINCIPIO Ø CI DICE CHE ESISTE UNA T MA NON SAPPIAMO ANCORA COME MISURARLA IN MANIERA "ASSOLUTA" CIOÈ SLEGATA DA UN TERMOMETRO.

UNA DEFINIZIONE OPERATIVA DI T CHE CI PERMETTA AD ESEMPIO DI MISURARE QUELLE T COSÌ BASSE PER CUI NESSUNA SOSTANZA ESISTE IN FASE GASSOSA E QUINDI NON C'È TERM. A GAS CHE FUNZIONA.

DAL TEOREMA DI CARNOT

$$\eta_R(T_1, T_2) = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$$

$$\frac{|Q_1|}{|Q_2|} = f(T_1, T_2)$$



MACCHINA REV. TRA
 T_1, T_0

$$\eta = 1 - \frac{|Q_0|}{|Q_1|} = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$$

$$\frac{|Q_1|}{|Q_0|} = f(T_1, T_0)$$

$$\frac{|Q_2|}{|Q_0|} = f(T_2, T_0)$$

$$f(T_1, T_2) = \frac{|Q_1|}{|Q_2|} = \frac{|Q_1|}{|Q_0|} \frac{|Q_0|}{|Q_2|} = \frac{f(T_1, T_0)}{f(T_2, T_0)} = \frac{\theta(T_1)}{\theta(T_2)}$$

θ = TEMPERATURA TERMODINAMICA ASSOLUTA
(DEFINITA A MEZZO DI UN FATTORE COSTANTE)

PER MISURARE LA TEMP. ABS. DI UN CORPO θ
FACCO OPERARE UN CICLO DI CARNOT TRA IL CORPO
E ACQUA AL PUNTO TRIPLO (TP)

$$\theta = \frac{|Q|}{|Q_{TP}|} \underbrace{273.16 \text{ K}}_{\theta_{TP} \text{ PER CONVENZIONE}}$$

θ_{TP} PER CONVENZIONE

PER TUTTE LE TEMP. PER CUI LA TEMP. DEL
GAS T_1, T_2 SONO DEFINITE

$$\frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \theta \equiv T \left\{ \begin{array}{l} \text{LA TEMP. ASSOLUTA} \\ \text{COINCIDE CON QUELTA} \\ \text{DEL GAS INIZIALE} \end{array} \right.$$