Fondamenti di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

Martedì 17 novembre 2020

11:00-13:00
(11:00-12:30)

meet.google.com/xsc-vwjs-msg

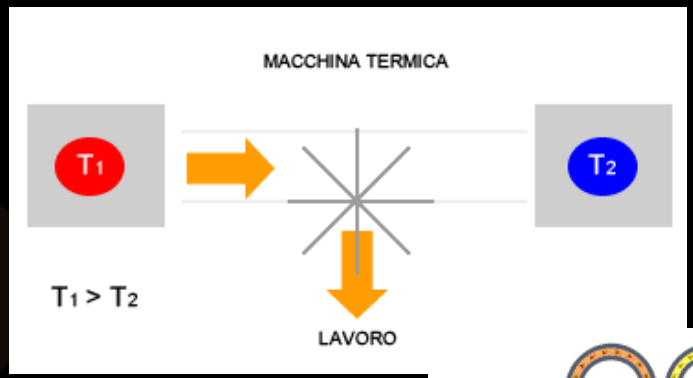
TERMODINAMICA

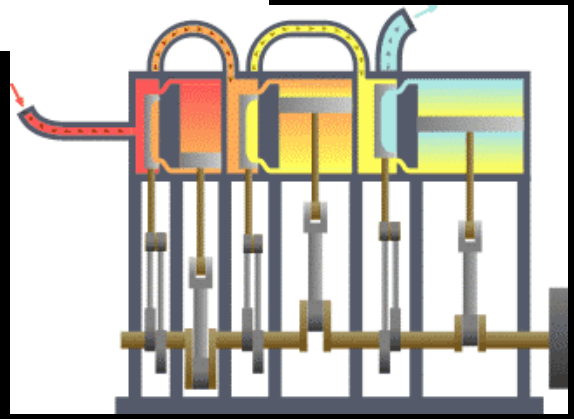
INTRODUZIONE

studio delle trasformazioni termiche

ESONERO (PRE-NATALIZIO?)

TEMPERATURA: indice dello stato termico di un corpo





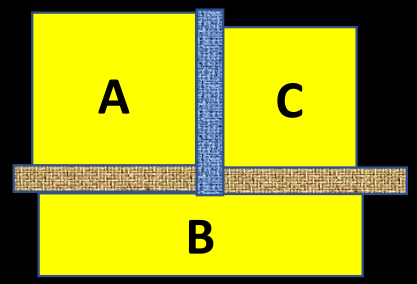
TERMODINAMICA

TEMPERATURA

~1930: PRINCIPIO ZERO (Fowler)

TEMPERATURA: indice dello stato termico di un corpo

se A è in equilibrio termico con B
e C è in equilibrio termico con B
allora e solo allora le temperature di A, B e C sono uguali :
$T_A = T_B = T_C$



pareti diatermiche
(conduttori perfetti)

pareti adiabatiche
(isolanti perfetti)

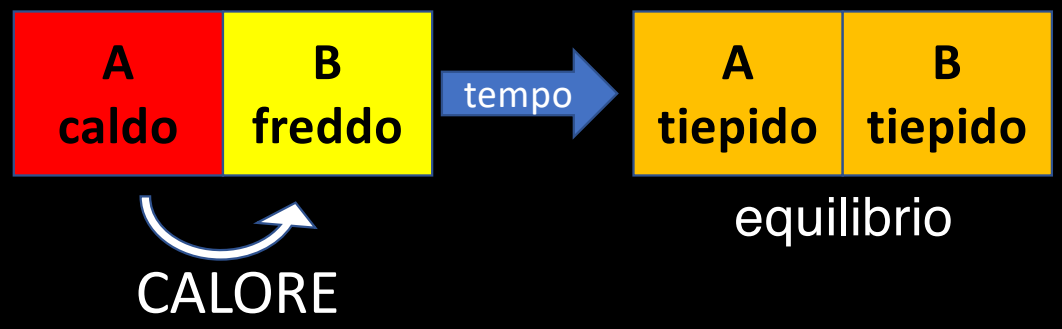
~1824: secondo principio della Termodinamica (Carnot et al.)
Il calore passa spontaneamente dai corpi più caldi a quelli più freddi

~1847: primo principio della Termodinamica (Helmholtz)
L'energia di un sistema isolato si conserva

~1890: terzo principio della Termodinamica (Nernst)
L'entropia di un cristallo perfetto alla temperatura dello zero assoluto vale zero

TERMODINAMICA

~1824: secondo principio della Termodinamica (Carnot et al.)
Il calore passa spontaneamente dai corpi più caldi a quelli più freddi



VARIABILI TERMODINAMICHE:
descrivono lo stato di equilibrio di un sistema macroscopico ($N_A = 6\ 10^{23}$ particelle)
- temperatura T
- volume V
- pressione p = F/S

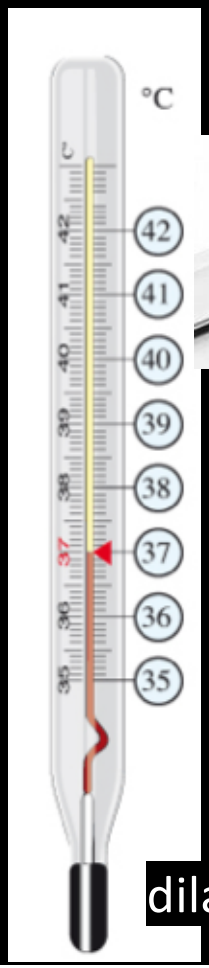
il CALORE (e il LAVORO) consentono il passaggio fra due stati di equilibrio

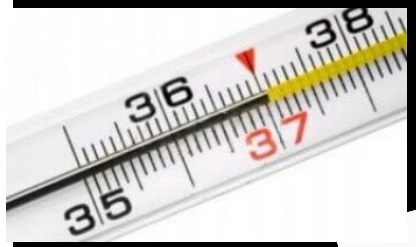
TERMODINAMICA

TERMOMETRO

caldo/freddo è soggettivo → 37,5°C (CoViD) oggettivo!

Temperatura interna **APPROSSIMATIVAMENTE**
Normale: intorno ai 37°C (36,2°C - 37,5°C)
Minima: 20°C
Massima: 42°C





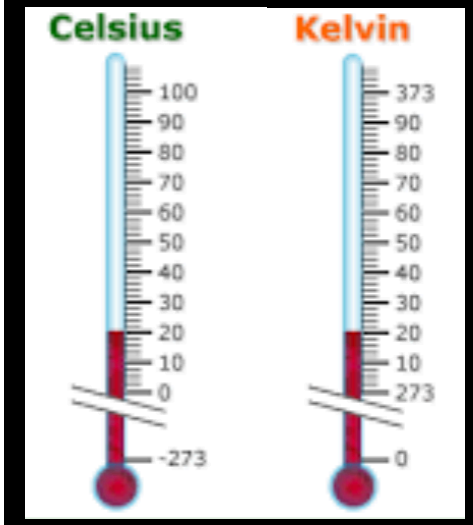
dilatazione termica

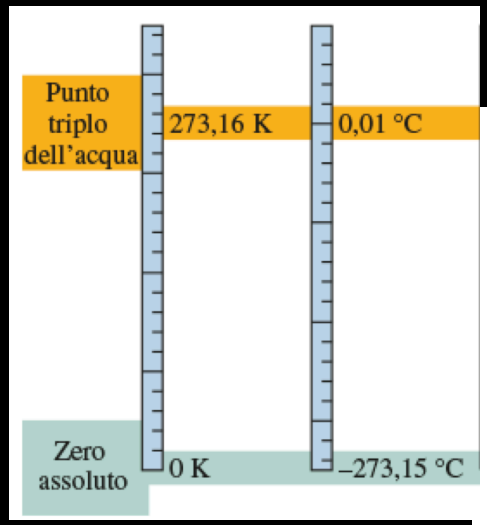
conducibilità elettrica

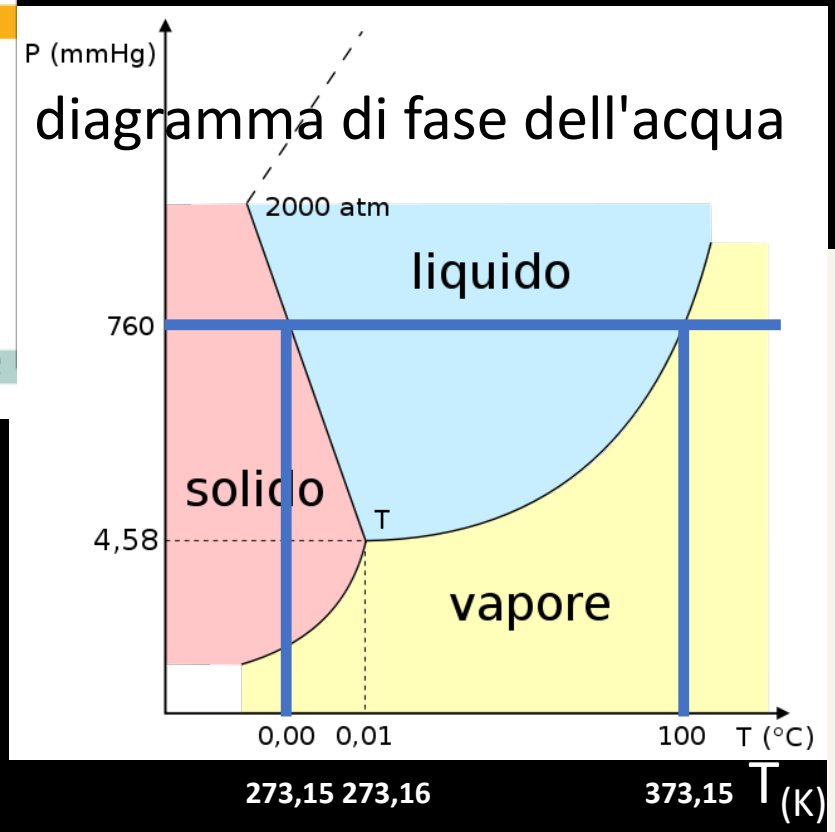
emissione infrarossa

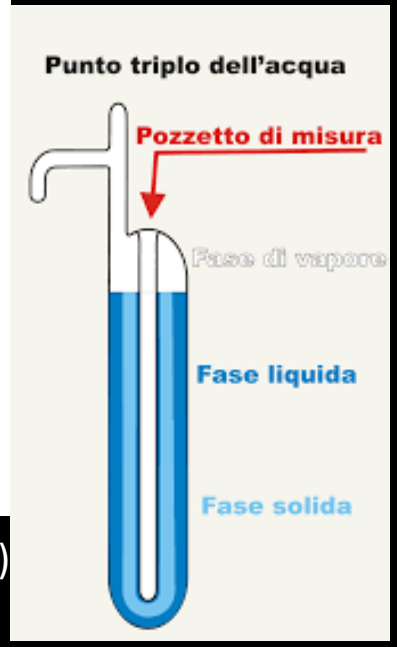
TERMODINAMICA

SCALE TERMOMETRICHE









$$t_{(°C)} = T_{(K)} - 273{,}15$$
$$T_{(K)} = t_{(°C)} + 273{,}15$$

$\Delta T_{(K)} = \Delta t_{(°C)} \rightarrow 1°C = 1\ K$

una differenza di temperatura di 1 ° centigrado (o Celsius) è pari a 1 kelvin

TERMODINAMICA

CALORE

il calore è una forma di energia: nel SI si misura in joule (altrimenti in calorie)

1 Cal = 1 kcal = 4186 J

2200 Cal/1d = 2200 x 4186/24x3600 = 100 W

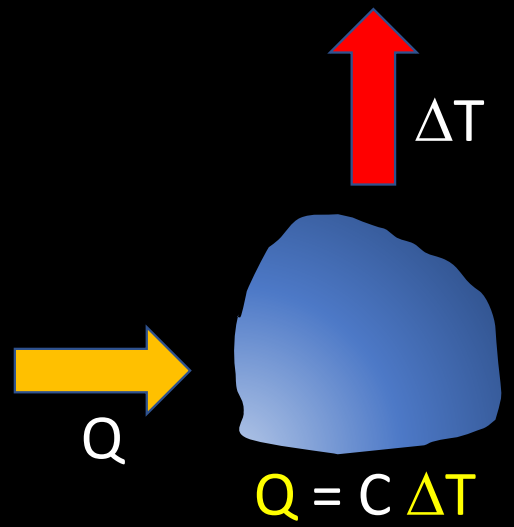
potenza termica: 20 studenti 2 kW

biscotti al cioccolato 5 cal/g; tritolo 0,65 cal/g

la potenza dipende dalla rapidità della reazione chimica
(ossidazione: digestione – esplosione)

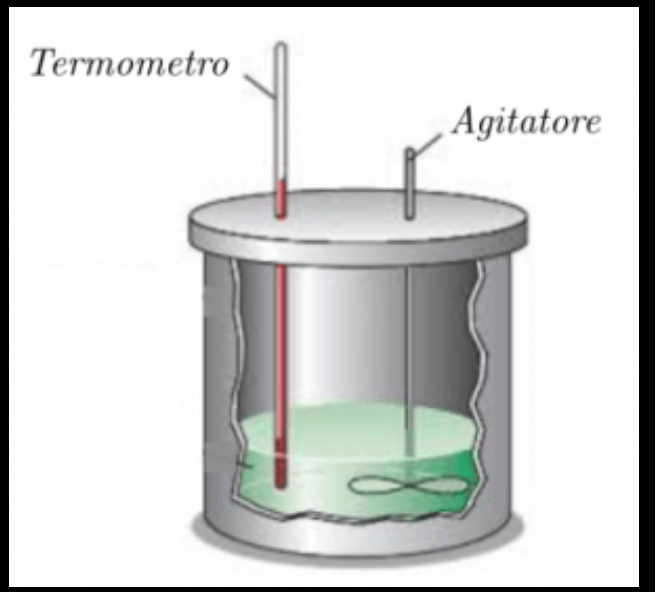
TERMODINAMICA

CAPACITA' TERMICA



$C = Q/\Delta T$ capacità termica

C: quantità di calore da fornire ad un corpo per aumentarne la temperatura di 1 K



calorimetro

calore specifico (per solidi e liquidi) $C = c\,m$ (m = massa del corpo)

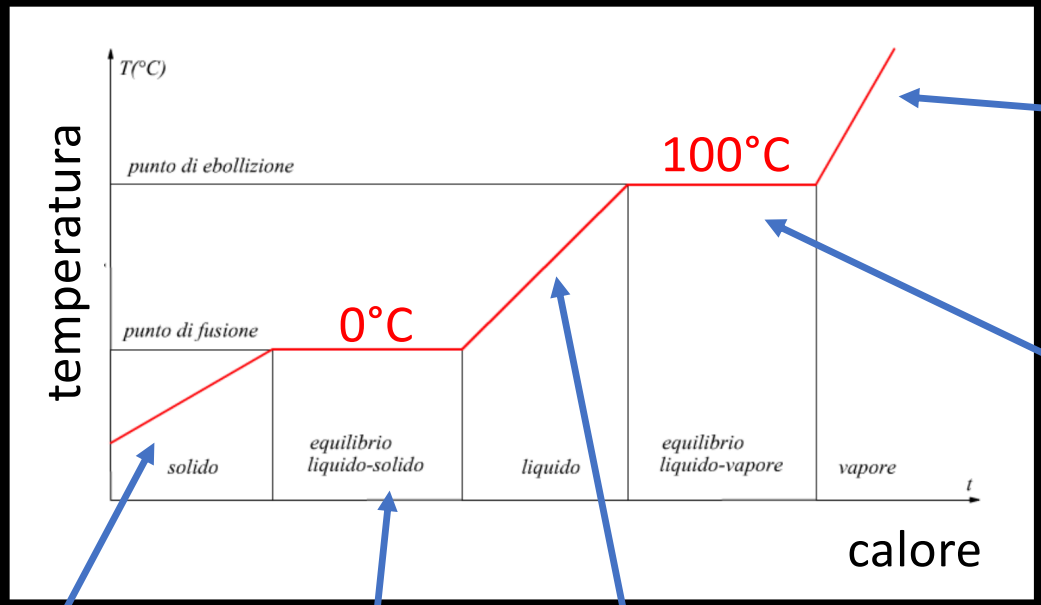
c: quantità di calore da fornire ad un corpo di massa 1 kg per aumentarne la temperatura di 1 K

calore specifico molare (per gas) $C = c\,n$ (n = numero di moli)

c: quantità di calore da fornire a una mole di gas per aumentarne la temperatura di 1 K

TERMODINAMICA

CAMBIAMENTI DI STATO



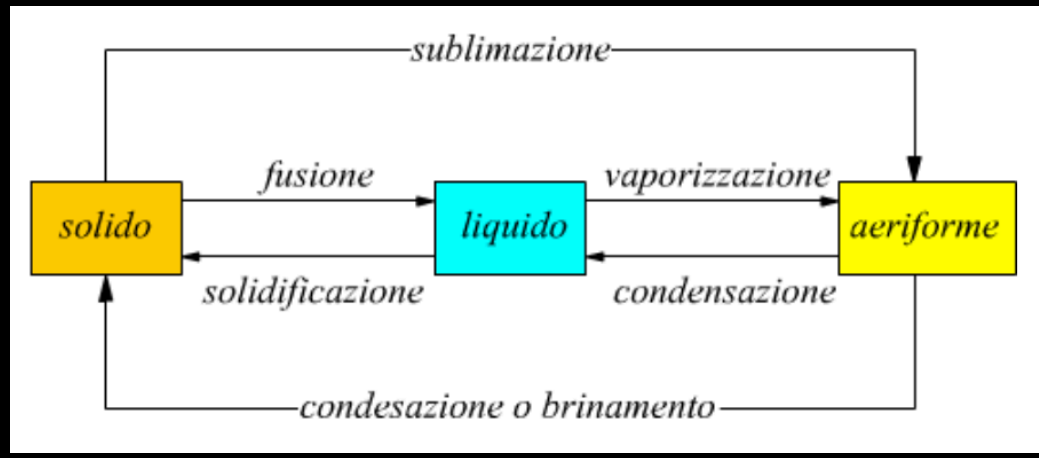
$c_v = Q/(m\Delta T)$
calore specifico vapor acqueo
1,94 kJ/kgK

$Q_v = \lambda_v m$
λ_v = calore latente di vaporizzazione
2272 kJ/kg

$c_S = Q/(m\Delta T)$
calore specifico
ghiaccio
2,04 kJ/kgK

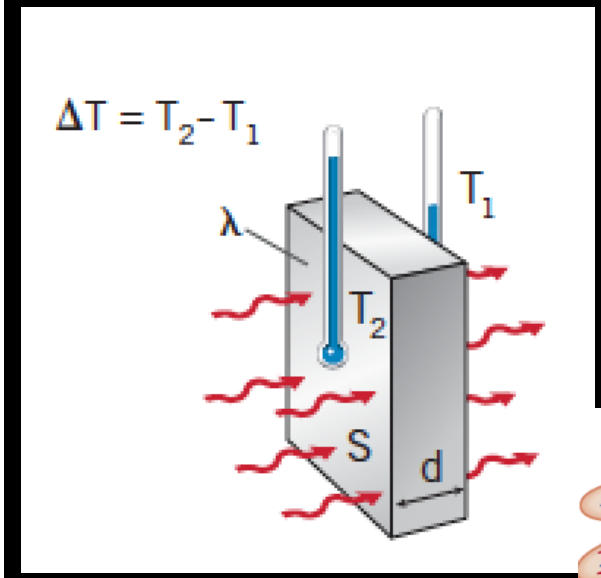
$c_L = Q/(m\Delta T)$
calore specifico
acqua liquida
4,186 kJ/kgK

$Q_f = \lambda_f m$
λ_f = calore latente di fusione
333 kJ/kg



CONDUZIONE

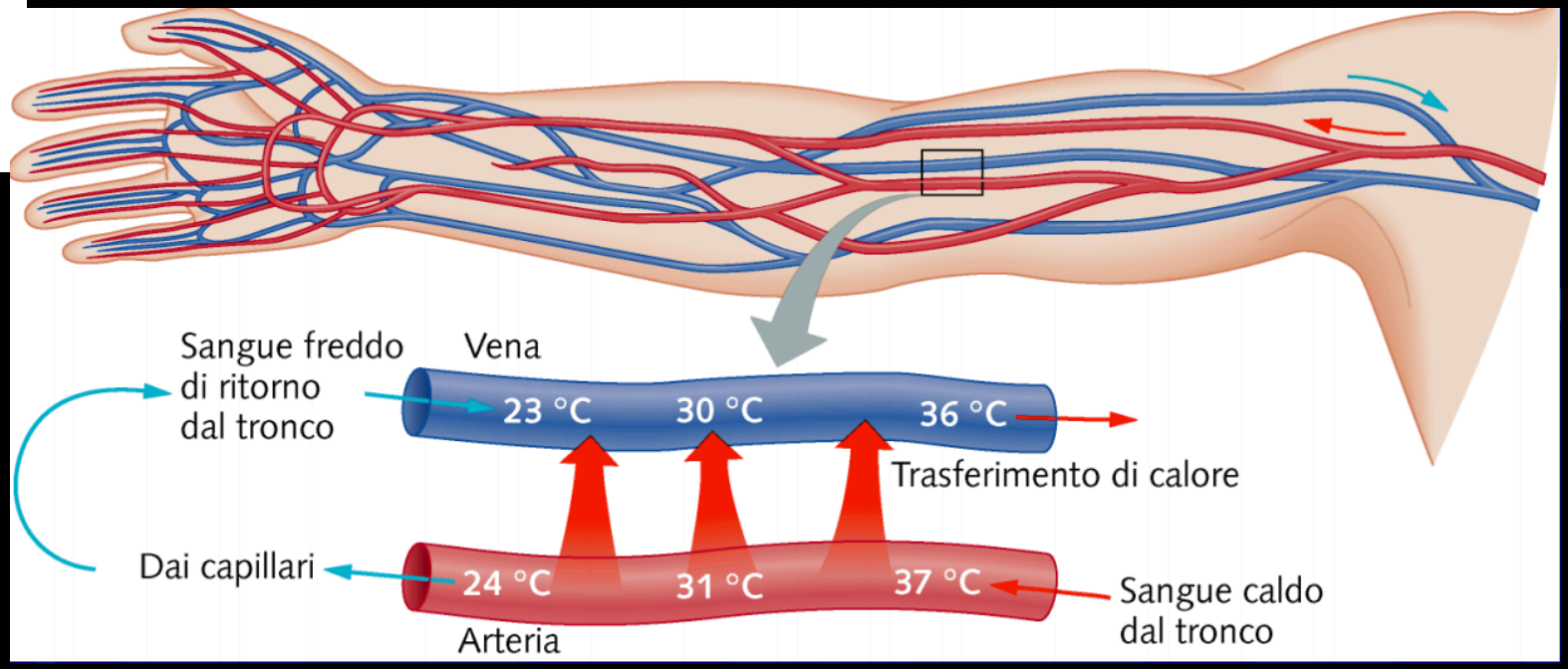
TRASMISSIONE DEL CALORE



trasmissione per contatto

$$\frac{\delta Q}{dt} = \lambda\, S\, \frac{\Delta T}{d}$$

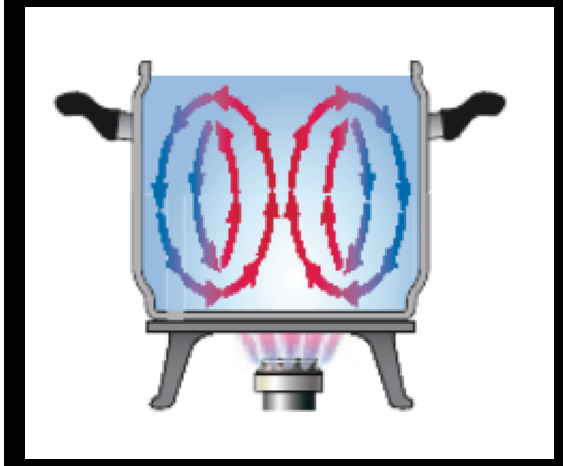
conducibilità termica λ (dipende dal materiale) 1-100 W/(m·K)

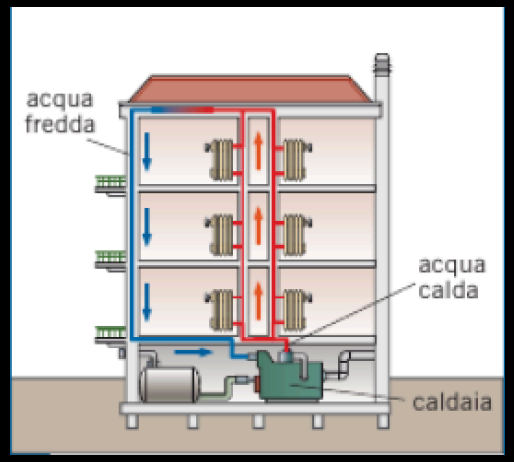


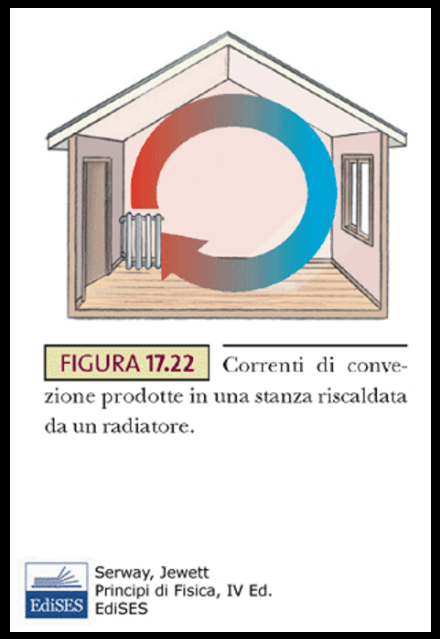
coefficiente di adduzione h (dipende dalla superficie e dalla velocità) 0,1-1 W/(m^2·K)

$$\frac{\delta Q}{dt} = h\, S\, \Delta T$$ trasmissione per spostamento del mezzo fluido

S superficie del corpo a contatto col fluido







ALETTE RAFFREDDAMENTO CPU
ELEMENTI RADIATORE TERMOSIFONE
FREDDO COL VENTO

$$\frac{\delta Q}{dt} = \varepsilon\sigma\, S\, T^4$$

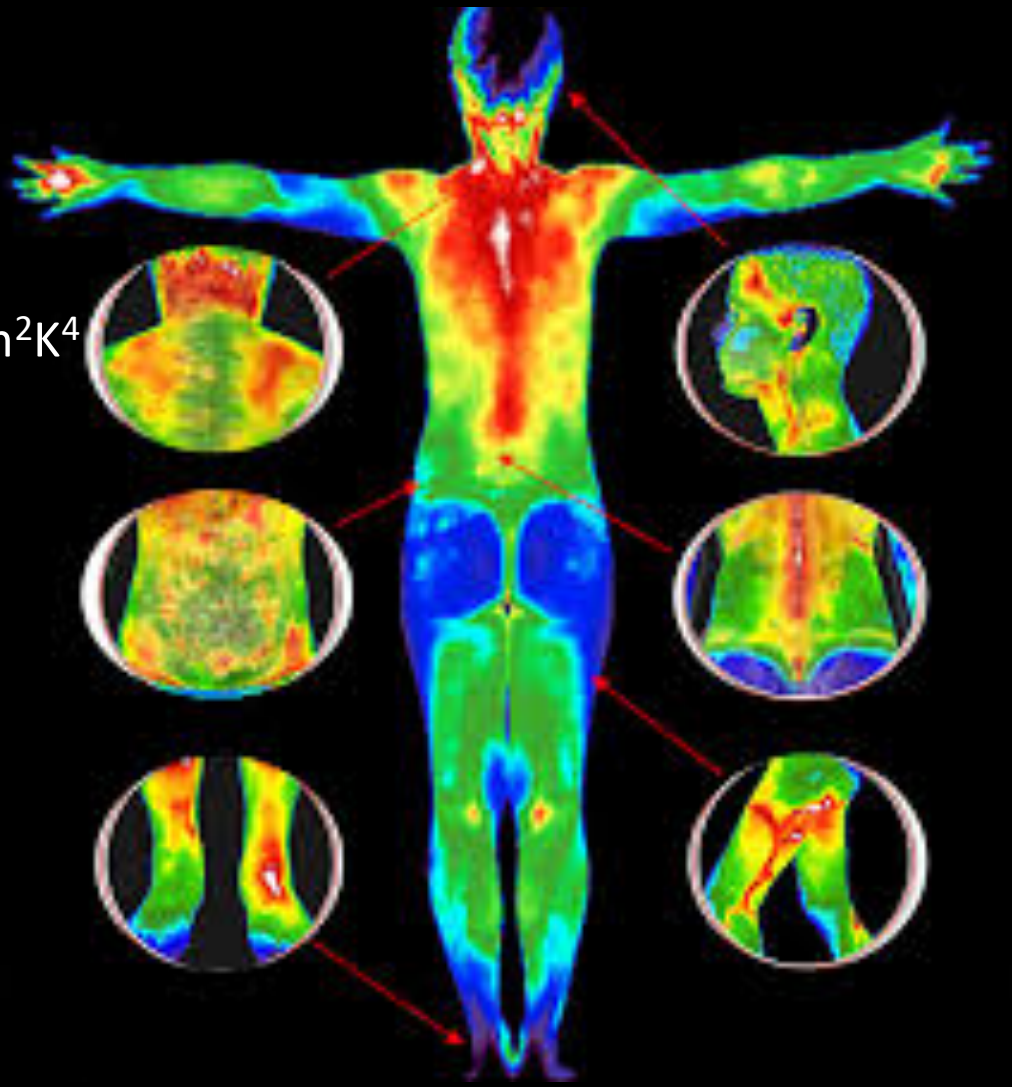
costante di Stefan-Boltzmann $\sigma = 5{,}67 \times 10^{-8}\ W/m^2K^4$

coefficiente di emissività $\varepsilon \approx 1$

2200 Cal/d --> 100 W di cui 50 W
per irraggiamento infrarosso

effetto finestra

$$\frac{\delta Q}{dt} = \varepsilon\sigma\, S\, (T_{int}^4 - T_{est}^4)$$



TRASMISSIONE DEL CALORE

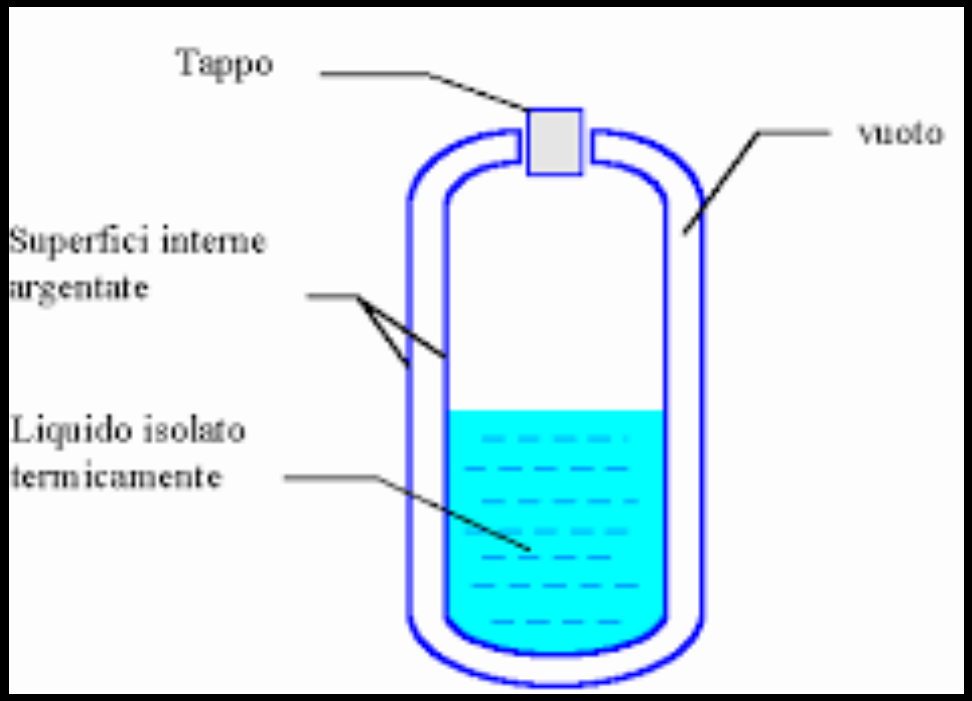
il dewar (thermos): come isolare termicamente l'esterno dall'interno

occorre ridurre la possibilità di trasmissione del calore

$$\frac{\delta Q}{dt} = \lambda\, S \frac{\Delta T}{d}$$ vetro (o acciaio) sottile

$$\frac{\delta Q}{dt} = h\, S\, \Delta T$$ contenitore chiuso

$$\frac{\delta Q}{dt} = \varepsilon\sigma\, S\, T^4$$ pareti altamente riflettenti



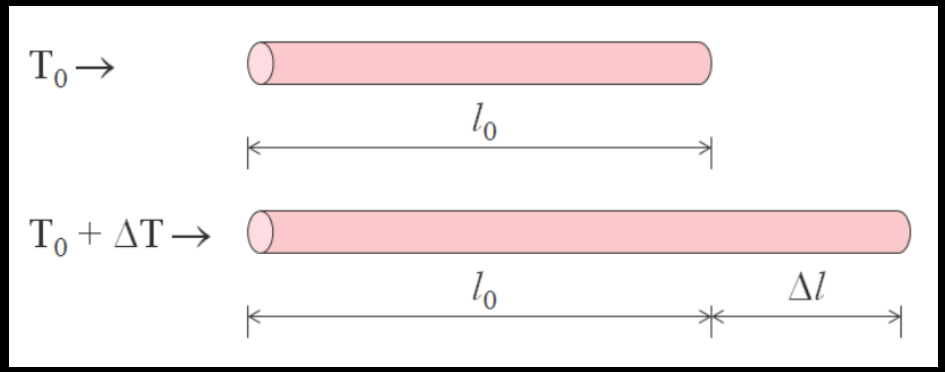
TERMODINAMICA

DILATAZIONE TERMICA

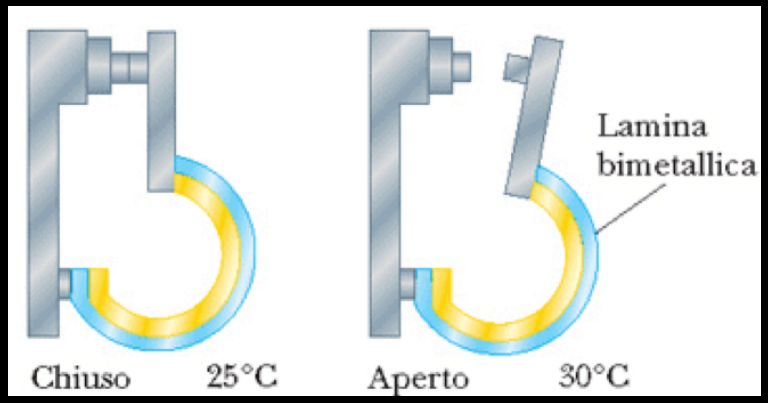
temperatura –> agitazione termica –> distanza interatomica

lineare –> $l(T) = l(T_0)\,[1+\alpha\,(T-T_0)]$ $\alpha = 0{,}1\text{-}10\ 10^{-6}\ 1/K$

$$\frac{\Delta \ell}{\ell_o} = \alpha\,\Delta T$$



$$\frac{\Delta V}{V_o} = \gamma\,\Delta T$$



TERMODINAMICA

EQUAZIONE DI STATO DEI GAS PERFETTI

pressione (Pa) — quantità di gas (mol)

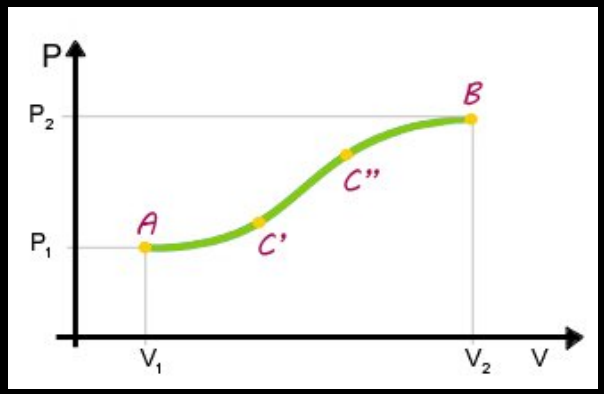
$$pV = nRT$$

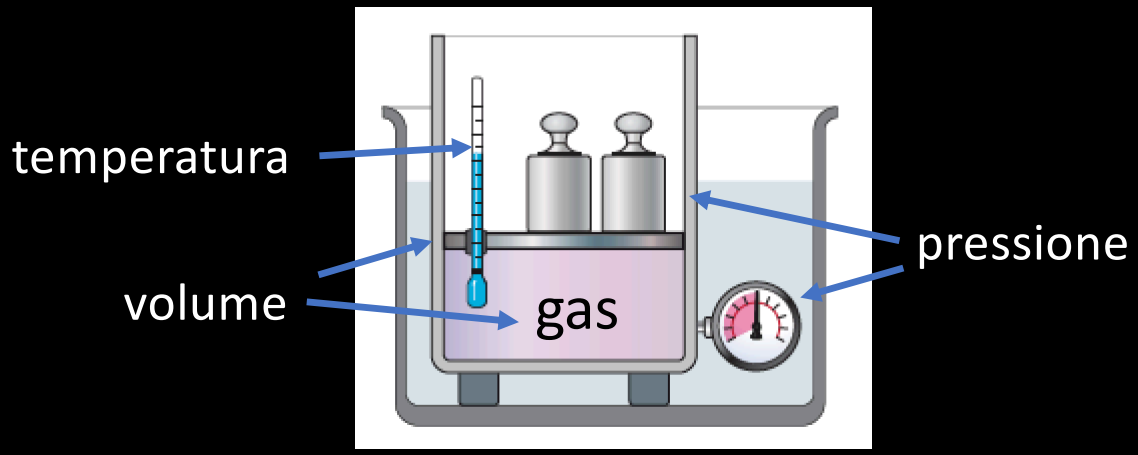
volume (m^3) — temperatura (K)

$$R = 8{,}3145 \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol} \cdot \mathrm{K}}$$

un gas occupa tutto il volume del contenitore esercitando sulle sue pareti una pressione che è anche funzione della temperatura

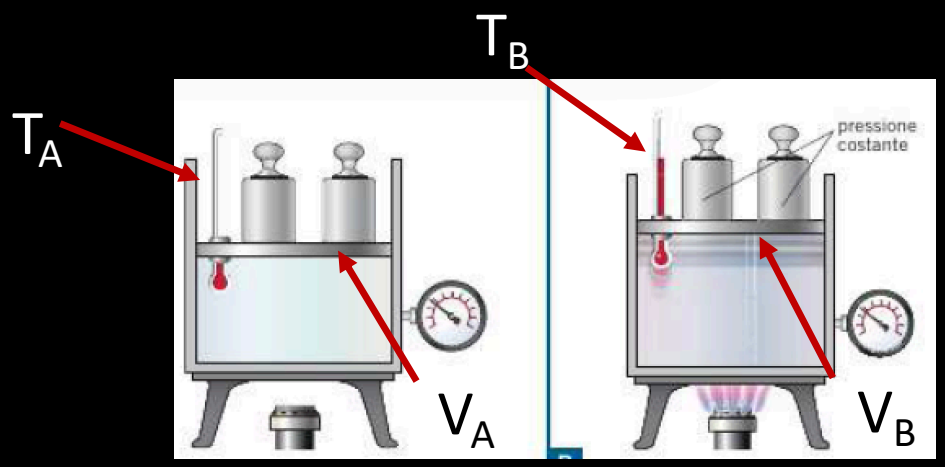
le tre variabili di stato p, V, T non sono indipendenti:
per descrivere lo stato di equilibrio ne bastano due → Clayperon: p, V





TERMODINAMICA

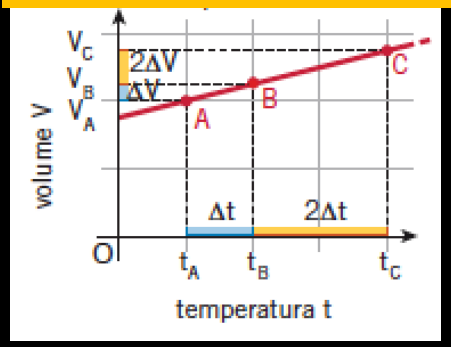
EQUAZIONE DI STATO DEI GAS PERFETTI



$$p\,V = n\,R\,T$$

$$V = (n\,R/p)\,T$$

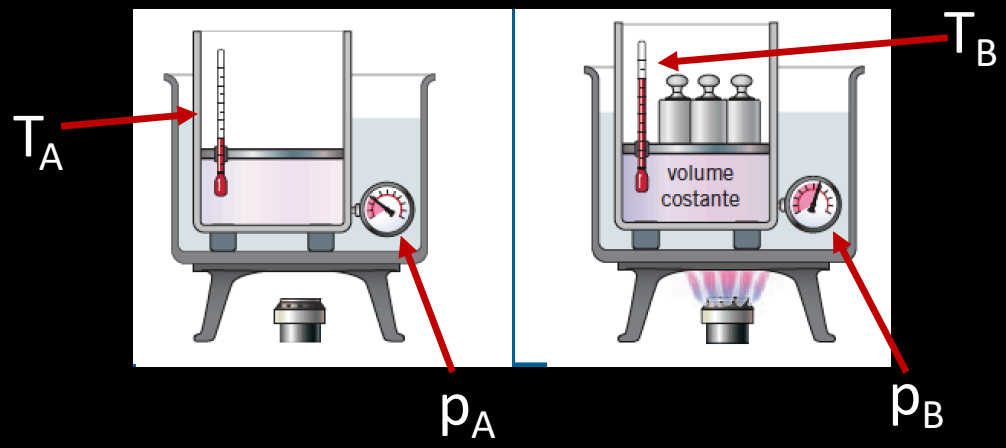
pressione costante



$$R = 8{,}3145\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol}\cdot\mathrm{K}}$$

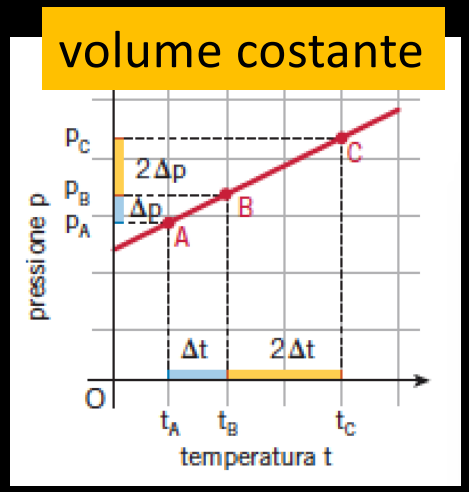
TERMODINAMICA

EQUAZIONE DI STATO DEI GAS PERFETTI

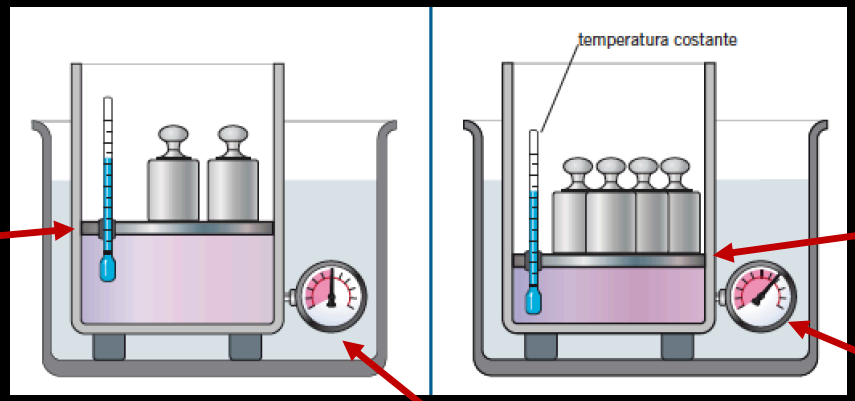


$$p\,V = n\,R\,T$$

$$p = (n\,R/V)\,T$$



EQUAZIONE DI STATO DEI GAS PERFETTI

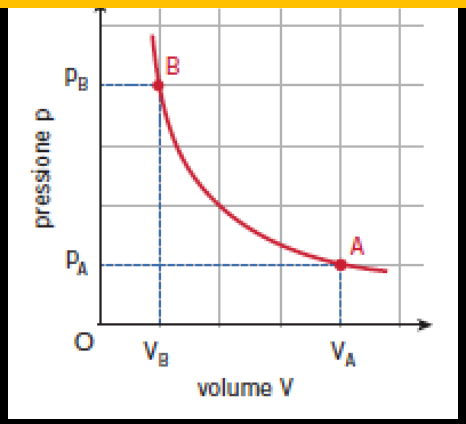


V_A V_B p_B p_A

$$p\,V = n\,R\,T$$

$$p = (n\,R\,T)/V$$

temperatura costante



Fondamenti di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

Lunedì 23 novembre 2020
15:00-17:00
(15:30-17:00)
registrazione disponibile per chi
sarà in presenza la mattina

meet.google.com/xsc-vwjs-msg