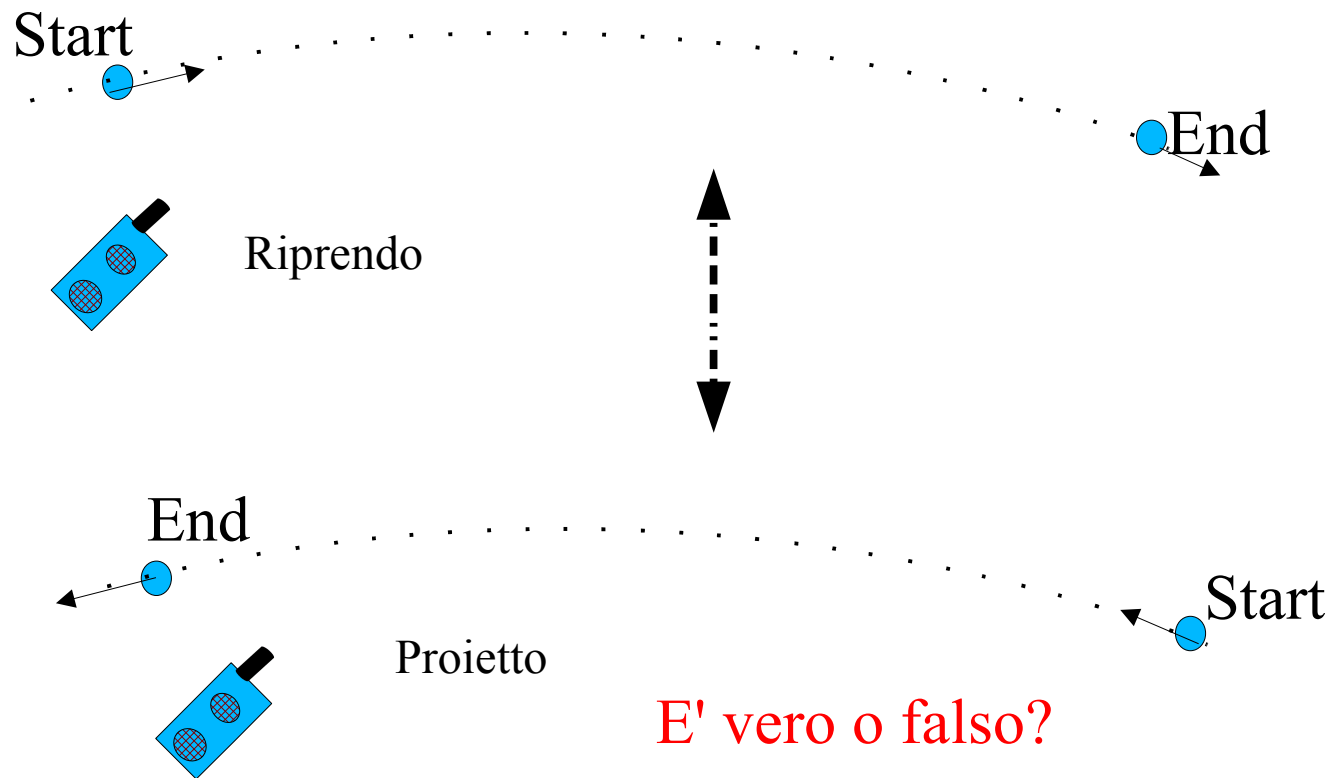
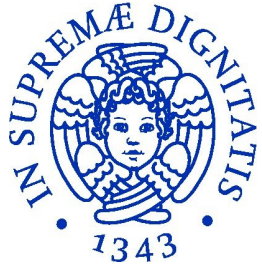


Termodinamica

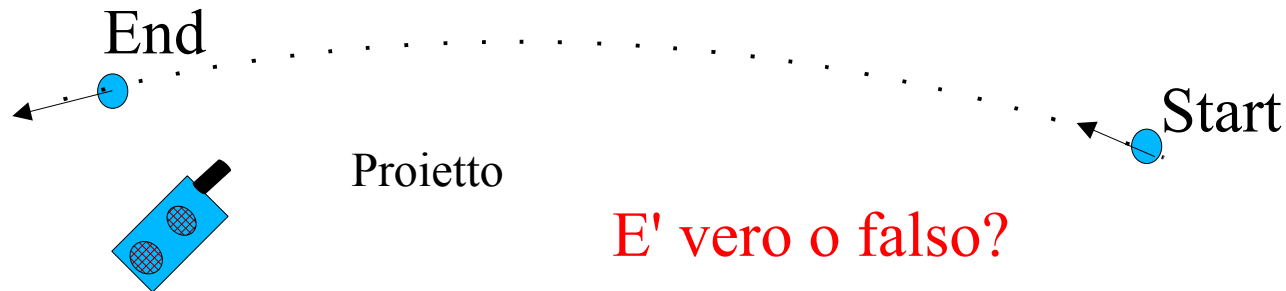
Il tempo





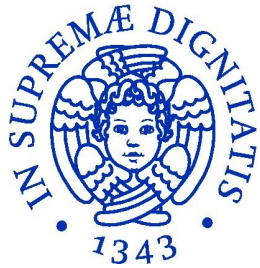
Termodinamica

Il tempo



percepriamo la successione dei punti come un moto all'indietro generato da condizioni iniziali diverse da quelle da noi prima imposte. Il moto sembra realistico !

$v = ds/dt \implies ds \implies -ds$ la velocita' cambia segno
ma anche se $dt \implies -dt$!!!
 $F=ma$ non dipende dal segno di t !



Termodinamica

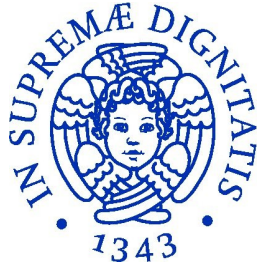
Il tempo



deduciamo.....

Dunque possiamo affermare che quello che vediamo nello schermo, ripetibile nella nostra realta', potrebbe bene essere stato prodotto filmando il moto in un mondo dove il tempo corre in senso opposto.

Diremmo che il mondo e quello con il tempo invertito sono l'uno lo specchio temporale dell'altro, quindi simmetrici rispetto alla variabile tempo.

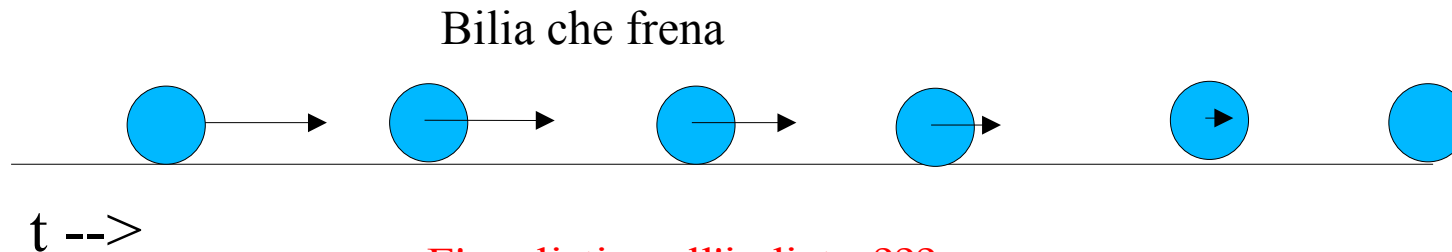
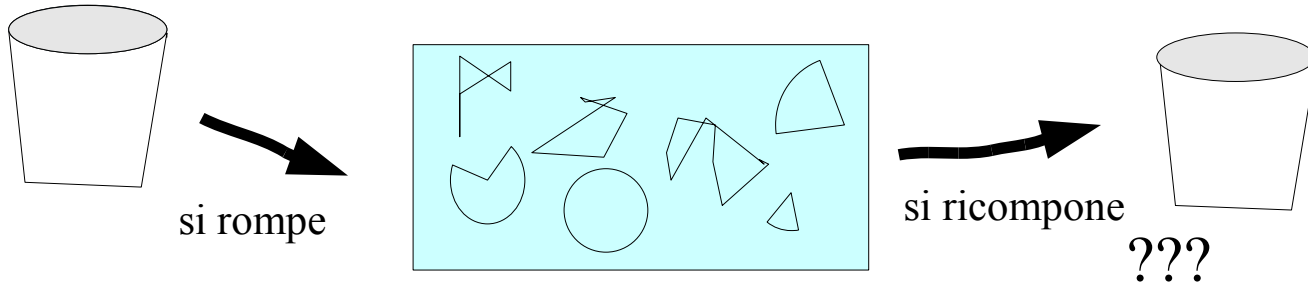


Termodinamica

Il tempo



Ma e' sempre vero?



E' realistico all'indietro???

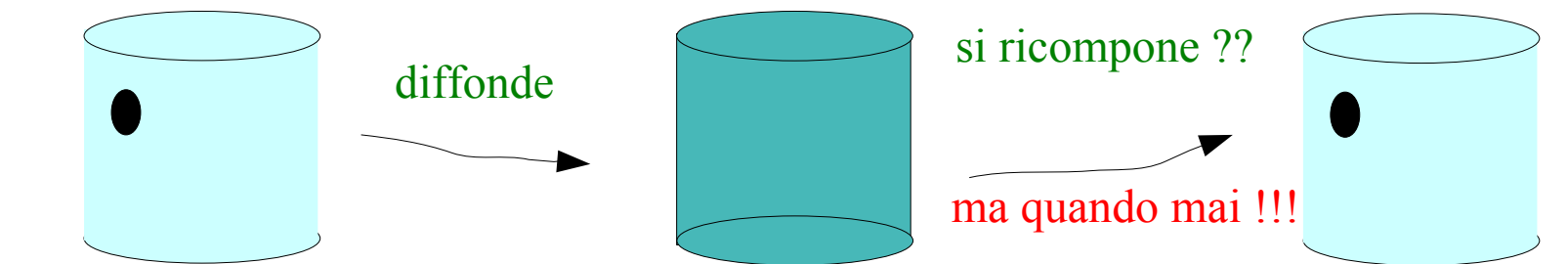


Termodinamica

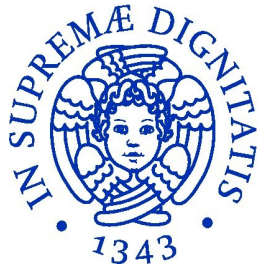
Il tempo



La goccia che fa traboccare il vaso.!!!.....



Nel moto elementare esiste la simmetria rispetto al tempo, ma quando si considerano sistemi piu' o meno complicati, la simmetria sparisce, non funziona piu'!.

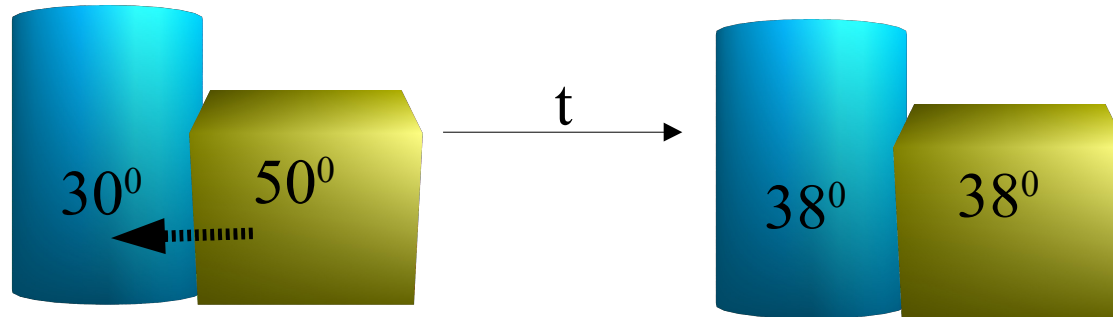


Termodinamica

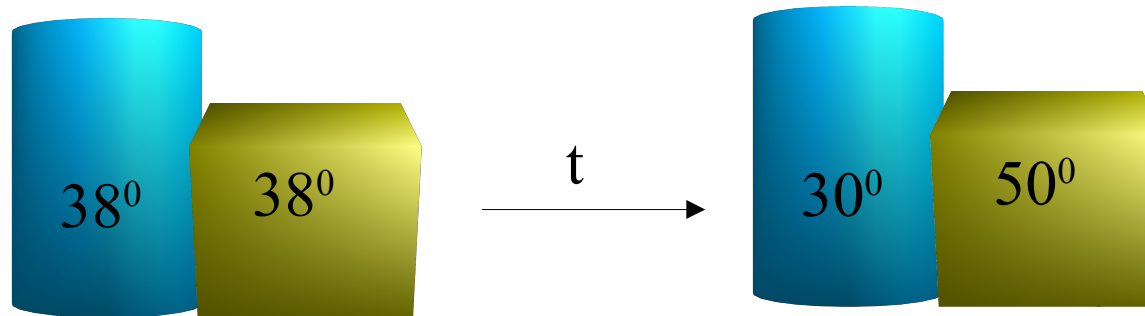
Il tempo



il calore fluisce solo in una direzione



si



no !!

in termodinamica non vale la inversione temporale !!!



Termodinamica

Il tempo

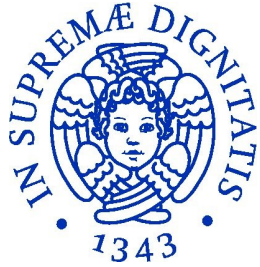


in termodinamica non vale
la inversione temporale !!!

Attenzione:

*Sono le trasformazioni irreversibili che non ammettono
la simmetria del tempo*

Quelle reversibili invece l'ammettono per definizione !!!



Termodinamica

Il secondo principio



**Come prendere atto di tutto cio'
e dimostrare che tutto va come va?**

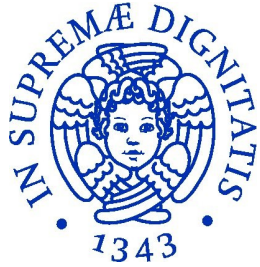
Con la meccanica statistica (e si puo' fare!)

In temodinamica classica, si enucia un
principio fondamentale basato su fatti sperimentali
che assumono assiomaticamente la direzione del tempo

←
approccio classico

Ben due scienziati hanno contribuito

Clausius e Lord Kelvin



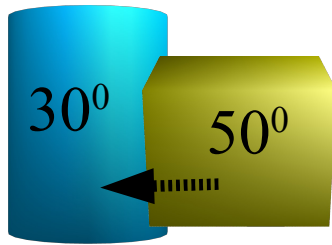
Termodinamica

Il secondo principio



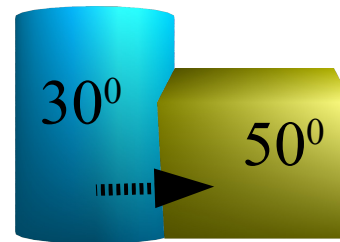
Clausius:

Il passaggio del calore da un corpo piu' caldo ad un piu' freddo e' irreversibile

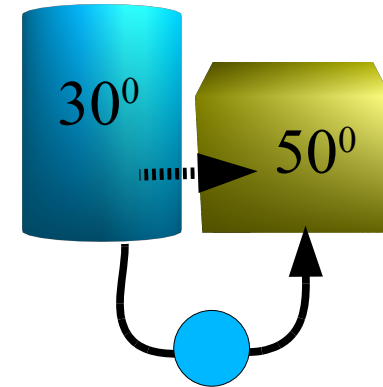


Spontaneo ma
irreversibile

==> **ciclo nullo** a $L=0$



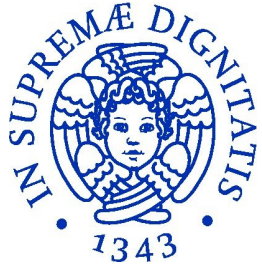
non spontaneo
proibita da Clausius



con una macchina e $L > 0$
==> pompa di calore

E si puo' anche dire che:

*e' impossibile un **ciclo** in cui un sistema in contatto termico con due sorgenti a temperatura $T_1 < T_2$ realizzi il trasporto di calore dalla sorgente piu' fredda a quella piu' calda con un lavoro delle forze esterne negativo o nullo*



Termodinamica

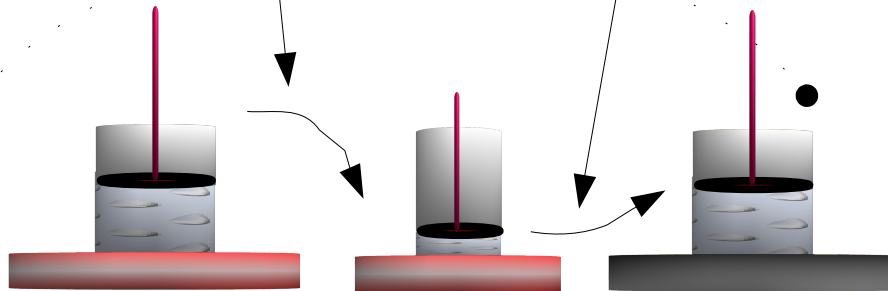
Il secondo principio



Lord Kelvin: *La conversione di lavoro in calore e' irreversibile.*

compressione isoterma
 $\Delta U=0$ tutto in lavoro

espansione
adiabatica nel vuoto
irreversibile !



ciclo monoterma

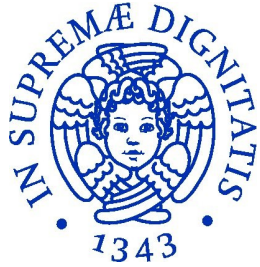
frena ??



Lavoro in calore dei freni
e chi lo recupera piu'

ovvero:

Non si puo' realizzare un ciclo in cui il sistema assorba calore da una sola sorgente e lo converta in lavoro utile (fatto dalle forze di pressione $L_p > 0$).



Termodinamica

Il moto perpetuo



Moto perpetuo di prima specie,

quello in cui *una macchina dovrebbe produrre lavoro senza consumo di energia.*

E' escluso dal I principio... poiche' il ciclo dovrebbe funzionare con $Q = 0$?

Moto perpeuto di seconda specie,

quello in cui *si vuol ottenere lavoro utile dal calore di una unica sorgente.*

E' escluso dal II principio

ricordo Lord kelvin:

*Non si puo' realizzare un **ciclo** in cui il sistema assorba calore da una sola sorgente e lo converta in lavoro utile (fatto dalle forze di pressione $L_p > 0$).*