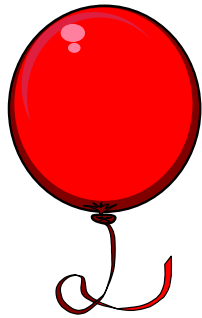


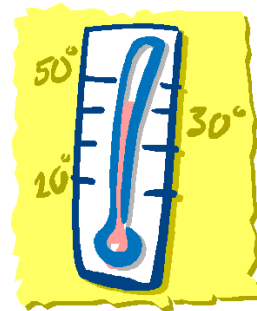


FACOLTÀ DI FARMACIA



## Termodinamica

### Pressione e Temperatura

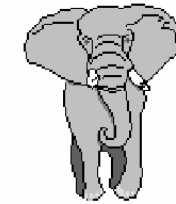


C. A. Mattia 2010

## Definizione di pressione



■ **Pressione = forza / area**



massa: 2000 kg  
area: 5000 cm<sup>2</sup>



55 kg  
60 cm<sup>2</sup>

■ **unità SI : 1 N/m<sup>2</sup> = 1 Pascal (Pa)**

■ **1 Pa = N/m<sup>2</sup> = (kg m/s<sup>2</sup>)/m<sup>2</sup>**

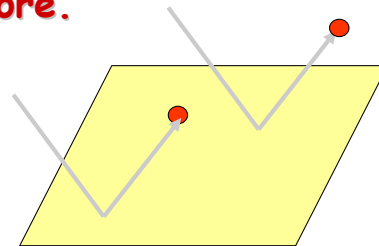
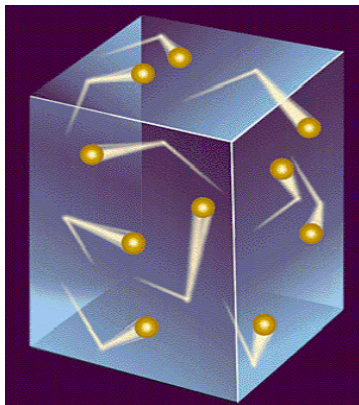
C. A. Mattia 2010

2

## Interpretazione molecolare



■ **Le molecole di un gas esercitano una forza sulle pareti del contenitore.**



- Le molecole urtano le pareti interne del recipiente.
- Un numero enorme di urti nell'unità di tempo viene misurato come pressione.

C. A. Mattia 2010

3

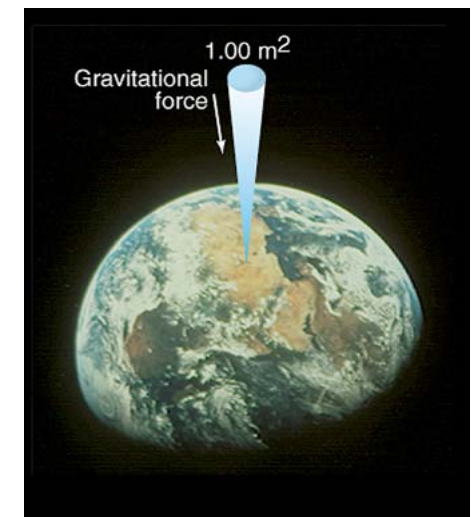
## Pressione atmosferica



■ **La pressione atmosferica è la forza esercitata dall'atmosfera sopra di noi.**

■ **1 atm è la pressione media al livello del mare.**

■ **È una misura del peso dell'atmosfera sopra di noi.**



C. A. Mattia 2010

4

## Unità di misura della pressione



### Fattori di conversione

- 1 atm = 760 mm Hg
- 1 atm = 760 torr
- 1 atm = 101,325 kPa
- 1 atm = 1,01325 bar
- 1 bar =  $1 \times 10^5$  Pa (esattamente)
- 1 bar = **pressione standard**, indicata con  $p^0$

## Pressione atmosferica

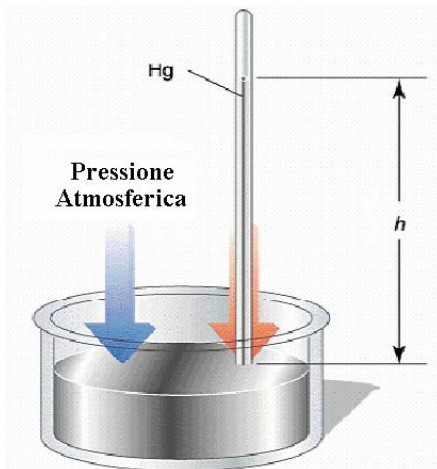


- atmosfera (atm)**      **1 atm**
- pounds/in<sup>2</sup> (psi)**      **14.7 psi**
- pascal (N/m<sup>2</sup>)**      **101,325 x 10<sup>3</sup> Pa**  
**101,325 kPa**
- torr (mmHg)**      **760 mmHg**  
**760 torr**
- bar**      **1.01325 bar**

## Pressione atmosferica



La pressione atmosferica si può misurare con il barometro, inventato da Evangelista Torricelli (allievo di Galilei) nel 1643.



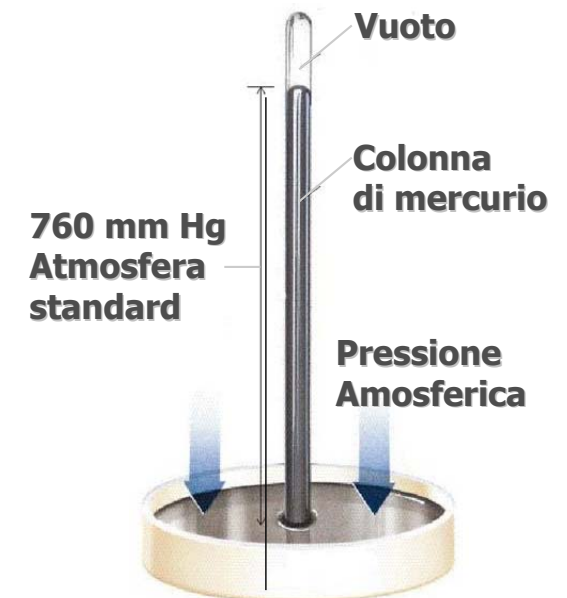
Una atmosfera standard supporta una colonna di mercurio di 760 mm.

1 atm = 760 mm Hg  
=  $1.013 \times 10^5$  Pa  
= circa 10 m d'acqua.

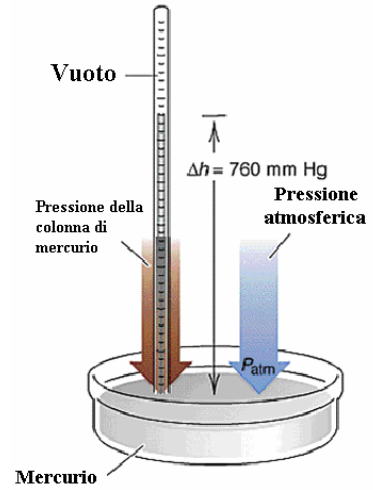
## Barometro di Torricelli



- Il mercurio sale nel tubo fino a che la forza che esercita bilancia la forza dell'atmosfera.
- La pressione esercitata dal mercurio dipende:
  - dalla densità,
  - dall'altezza della colonna.



# Barometro di Torricelli



- La forza esercitata dall'atmosfera è in equilibrio con la forza della colonna di mercurio.

$$F = mg \quad p = F / A = mg / A$$

- Consideriamo un liquido di densità  $\rho$  in una colonna di sezione  $A$  e altezza  $h$ :

$$Volume = Ah \quad m = Ah\rho$$

$$p = Ah\rho g / A = h\rho g$$

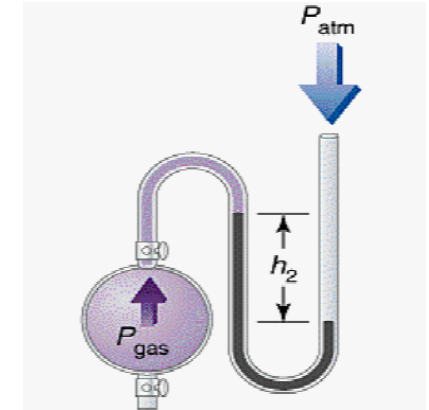
Sapendo  $\rho$  e  $g$  si misura  $h$  e si calcola  $p$

# Manometro

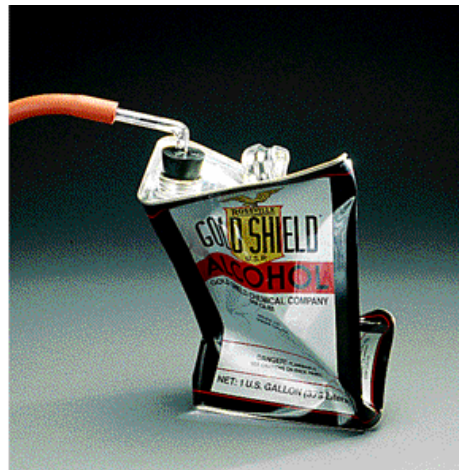


Un manometro è un tubo piegato a U, di solito contenente mercurio. Un manometro aperto ad una estremità misura la pressione relativa alla pressione atmosferica.

$$p_{\text{gas}} + p_h = p_{\text{atm}}$$



# Effetto dell'atmosfera



# Quiz



- Quanto deve essere alto un barometro ad acqua?
  - 13,6 volte più alto di quello a mercurio, visto che la densità di Hg è 13,6 g/ml.

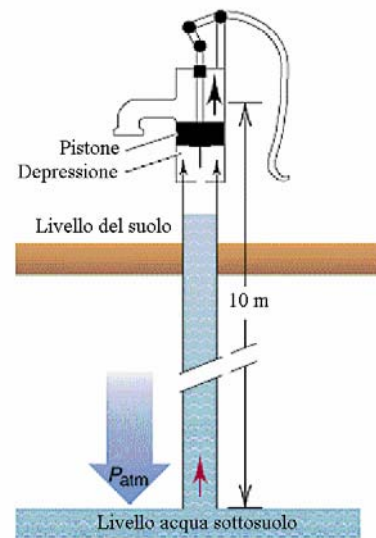


## Pompa idraulica



La depressione può al massimo essere di 1 atm.

Si può attingere acqua fino a circa 10 m di profondità.



## Quiz



■ È possibile bere con la cannuccia sulla luna?

- No.

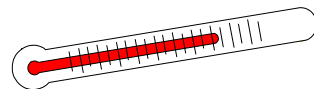
Quando si beve con la cannuccia, si riduce la pressione interna, e la pressione atmosferica spinge il liquido verso la bocca. Sulla luna la pressione è troppo bassa.



## Cosa è la temperatura?



- Qualitativamente, è la proprietà di un oggetto che determina la sensazione di caldo o di freddo quando lo tocchiamo.
- È quella grandezza ... che viene misurata con un termometro.



- È una misura dell'energia cinetica media molecolare.

## Calore e temperatura



- Prima del XIX secolo, si credeva che il senso di caldo o di freddo fosse determinato da quanto calore era contenuto in un oggetto.
- Non vi era distinzione tra calore e temperatura, e il calore era considerato un fluido che scorreva da un oggetto caldo ad uno freddo (il calorico).



## Temperatura e sensazioni



- Gli esseri umani sono estremamente sensibili ai cambiamenti di temperatura.

- Abbiamo una percezione relativa della temperatura ( $\Delta T$ ).

- Toccando un oggetto, le nostre sensazioni dipendono anche dalla conducibilità termica.



C. A. Mattia 2010

17

## Temperatura



- Due persone diverse possono definire caldo o freddo lo stesso oggetto...
- ... tuttavia saranno entrambe concordi nel ritenere dell'acqua bollente più calda del ghiaccio.
- Possiamo rendere **quantitativa** questa osservazione, cercando una proprietà fisica che varia in modo regolare passando dal freddo al **caldo**.

C. A. Mattia 2010

18

## Proprietà termiche



- Le proprietà termica sono proprietà che dipendono in modo regolare dalla temperatura:

- **Espansione termica;**
- **Resistenza elettrica;**
- **Colore** (emissione elettromagnetica).

C. A. Mattia 2010

19

## Quiz



Un materiale si espande in seguito ad un riscaldamento.

Il buco

- si allarga ?
- si restringe ?
- rimane uguale ?

**Si allarga!**

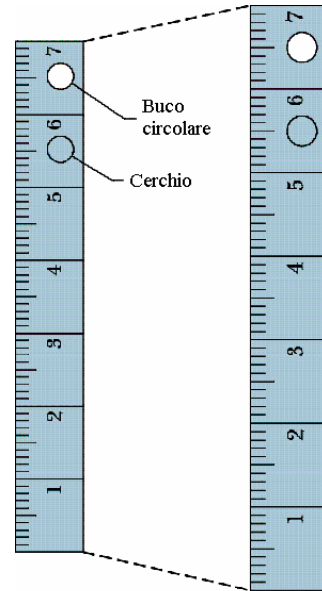
C. A. Mattia 2010

20

# Espansione termica



La dilatazione di un corpo è uniforme.



# Espansione termica



$$L_o = L(T_o) \quad dL$$



$$L(T) = L(T_o) + \left( \frac{dL}{dT} \right)_{T=T_o} (T - T_o) + \dots$$

$$\approx L_o + L_o \frac{1}{L_o} \left( \frac{dL}{dT} \right)_{T=T_o} \Delta T$$

$$\text{con } \alpha(T) \equiv \frac{1}{L} \frac{dL}{dT} \left[ \approx \frac{\Delta L}{L_o} \frac{1}{\Delta T} \right]$$

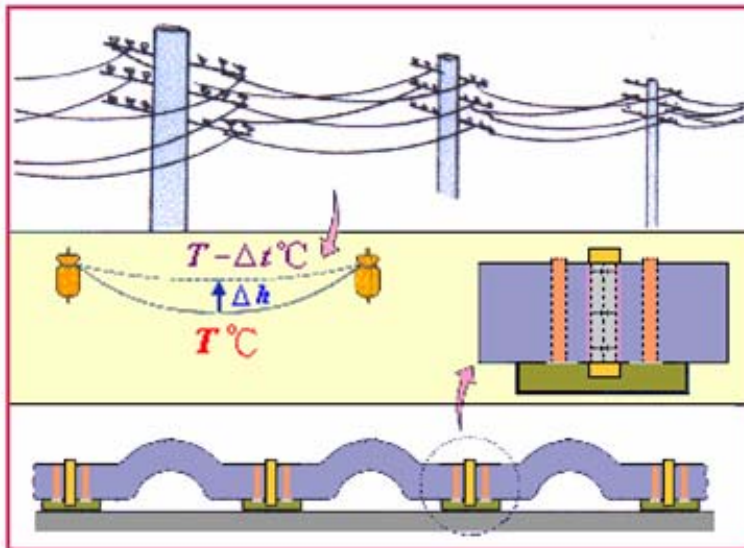
$$\Delta L \approx L_o \alpha \Delta T$$



$$\Delta L = L_o \alpha \Delta T$$

■  $\alpha$  varia poco con la temperatura per la maggior parte dei solidi.

# Espansione termica



# Termometro



- Galilei nel 1610 descrive un **termoscopio** per misurare la temperatura. Tuttavia non vi era un valore standard di riferimento.
- Nel 1641 viene costruito, per Ferdinando II Granduca di Toscana, il primo termometro ad alcool in vetro. Vi erano segnate 50 tacche arbitrarie.
- Nel 1702, Roemer suggerisce l'uso di due valori fissi standard su cui basare una scala di temperature.

# Scale di temperatura

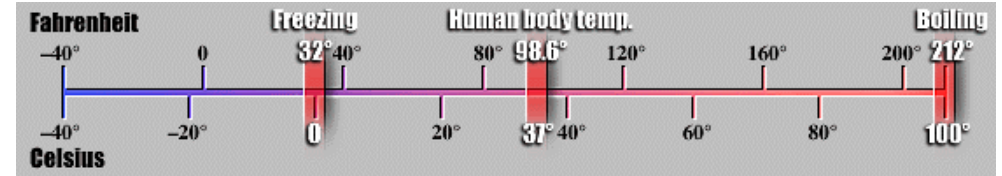


- Gabriel Daniel Fahrenheit nel 1724 inventa il termometro a mercurio (che possiede una grande e regolare espansione termica).
- I due punti fissi sono
  - 0: la temperatura di una miscela di cloruro d'ammonio e ghiaccio.
  - 100: la temperatura di un corpo umano in salute.
  - In seguito Fahrenheit modificò la scala in modo tale che la temperatura di fusione del ghiaccio fosse 32 °F e il punto di bollizione dell'acqua 212 °F.

# Scale di temperatura



- Nel 1745 Anders Celsius propone una scala divisa in 100 gradi basata sulla temperatura di fusione del ghiaccio (0 °C) e di ebollizione dell'acqua (100 °C).



- Nel 1933 viene scelto come punto fisso il punto triplo dell'acqua, fissato a 0.01 °C.
- La scala Kelvin pone a 273.16 K il punto triplo.

# Scale di temperatura



	Fahrenheit	Celsius	Kelvin
Punto di ebollizione	212	100	373.15
	↑ 180°	↑ 100°	↑ 100°
Punto di congelamento	32	0	273.15

1 K = 1 °C

1 K = 1,8 °F

1 kelvin = 1 grado Celsius

1 kelvin = 1,8 gradi Fahrenheit

# Temperature nell'universo

