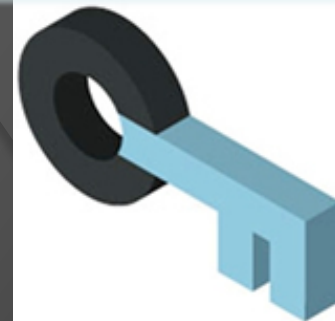




Dipartimento di Fisica
Università di Torino

8-10 ottobre 2014

COMUNICARE
FISICA 2014
Città della Scienza



ARIA E VUOTO NEI FENOMENI DELLA VITA QUOTIDIANA

*Antonio Amoroso, Marta Rinaudo,
Daniela Marocchi*

Perché il “vuoto” ?

- I concetti legati al vuoto sono spesso introdotti in maniera teorica / qualitativa
- Permette collegamenti con diversi ambiti della fisica
- Visualizzazione di esperienze in presenza di aria a diverse pressioni, con particolare interesse, anche **quantitativo**, per la caduta del grave in aria e nel vuoto.

Il percorso didattico è rivolto principalmente alla scuola secondaria.

Nella parte più qualitativa, può essere di interesse anche per persone semplicemente desiderose di comprendere meglio i fenomeni incontrati nella vita quotidiana.

SCUOLA SECONDARIA (2° grado)

- 8 MARZO (Settimo Torinese) **età 17**
- BALDESSANO ROCCATI (Carmagnola - Torino) **età 14**
- AGNELLI (Torino) **età 16**

UNIVERSITA'

Primo anno di Fisica

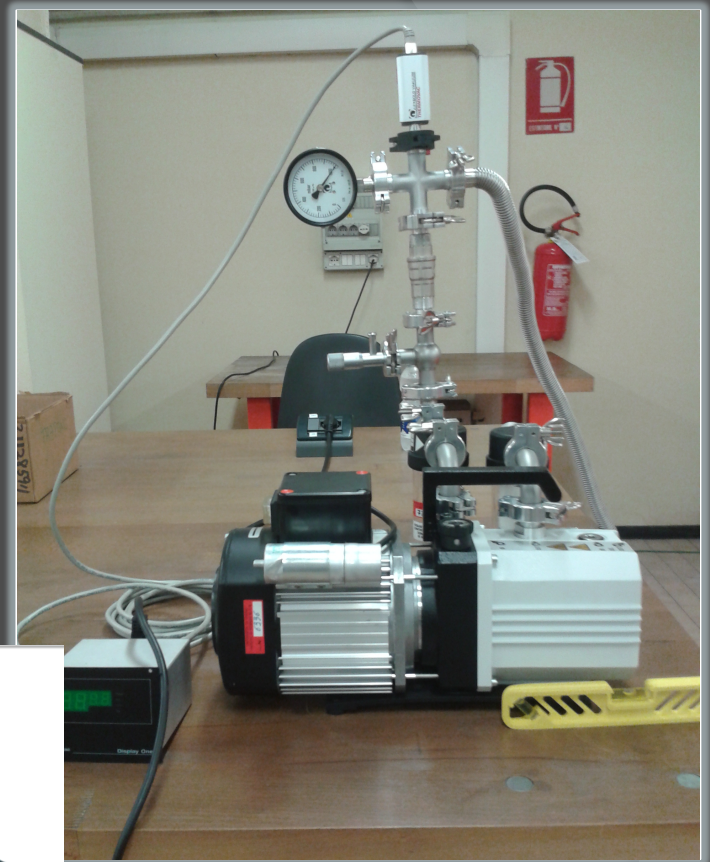
Setup sperimentale



CAMPANA DA VUOTO

MANOMETRO
PIRANI + display

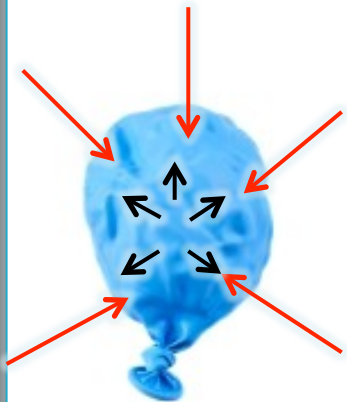
MANOMETRO
a lancetta



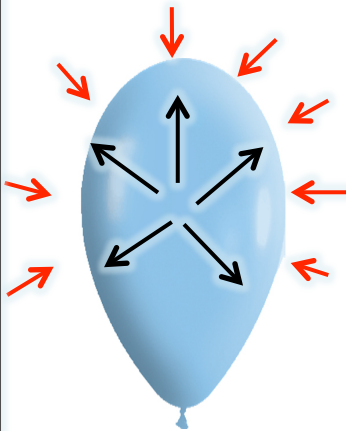
POMPA DA VUOTO
TRIVAC

Bilancio di forze

- Bilancio forze
- Scommessa
- Forza di pressione



$p = 1000 \text{ mbar}$



$p = 0 \text{ mbar}$



Il baroscopio

- Effetto dell'aria sulla spinta di Archimede
- Nel vuoto SOLO gravità

Campanello e lampadina

- Differenza tra onde meccaniche e onde elettromagnetiche
- Mezzo di propagazione



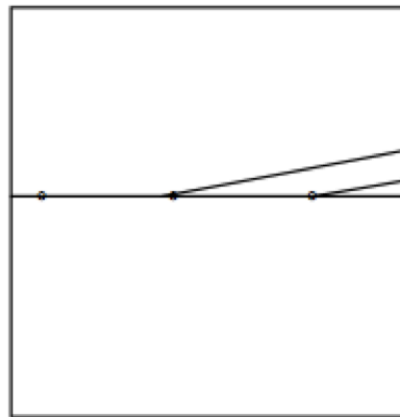
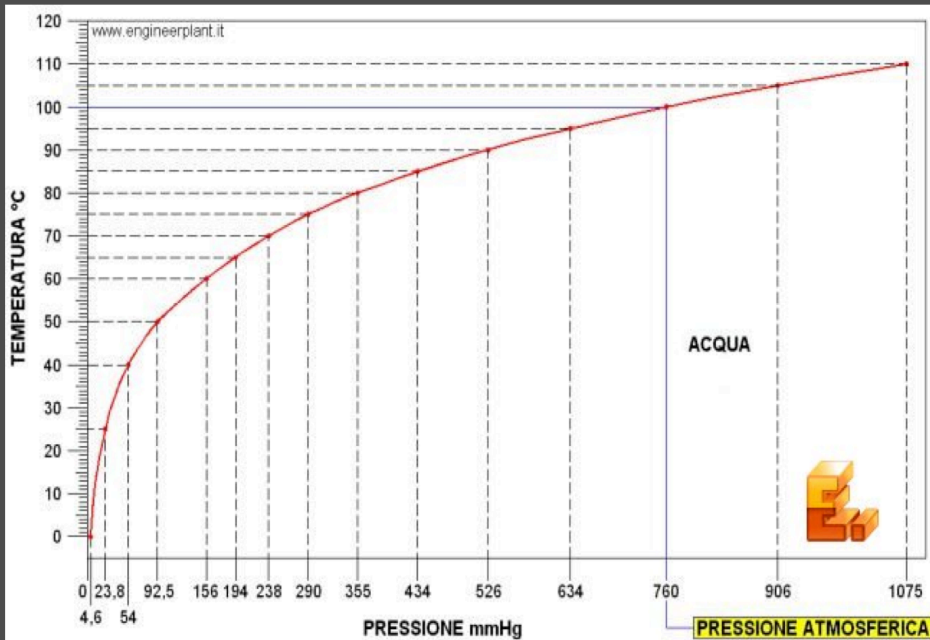
Passaggi di stato dell' acqua

- Valutazione della **temperatura di ebollizione** (in funzione della pressione)
- L'utilizzo dell'energia interna fa abbassare la temperatura dell'acqua con il conseguente **congelamento**

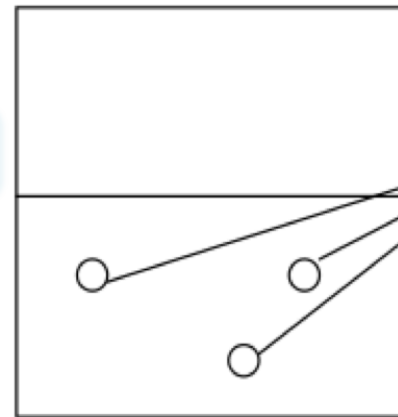


Calibrazione

- Scelta del punto in cui fare la lettura e valutazione della dimensione delle bolle
- **Lavoro di gruppo**



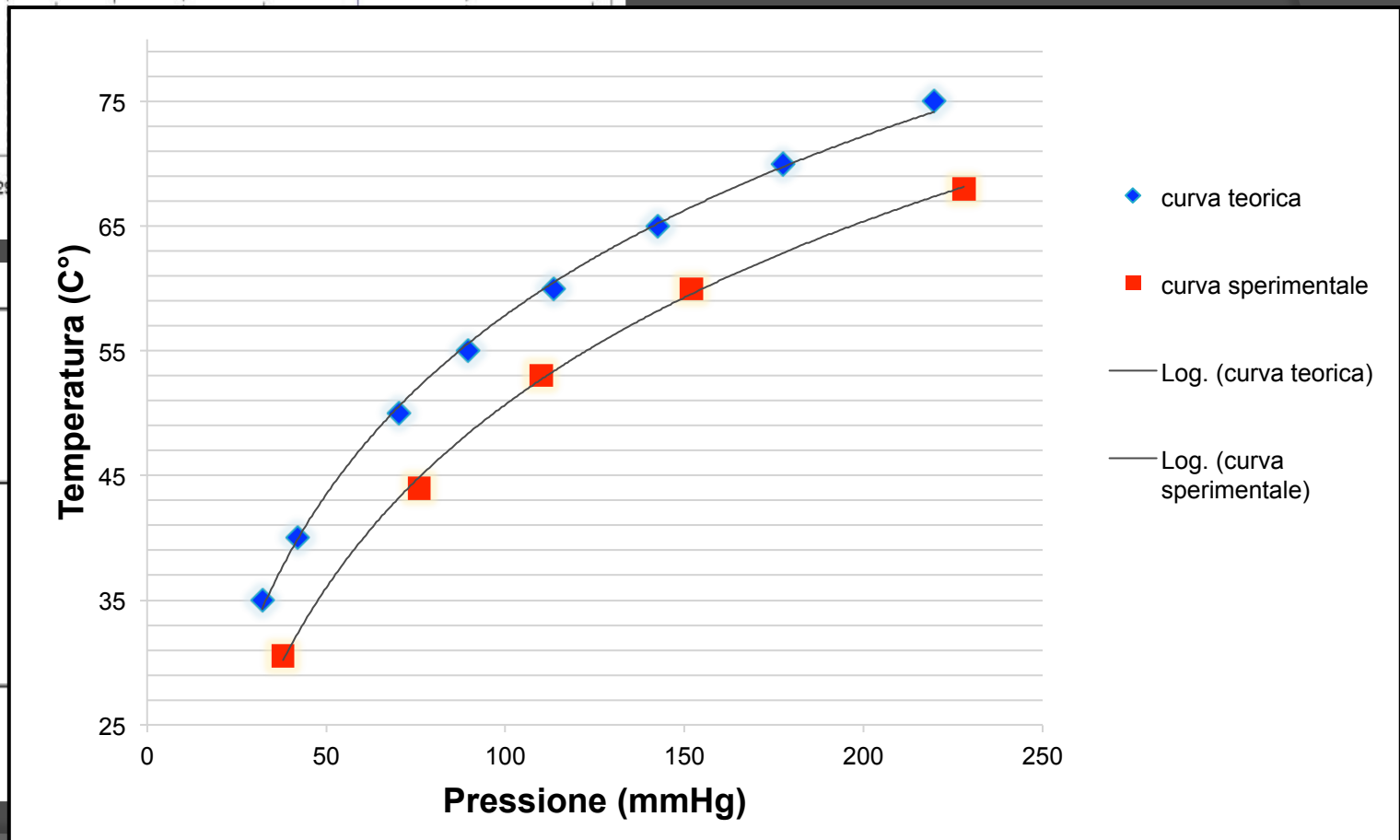
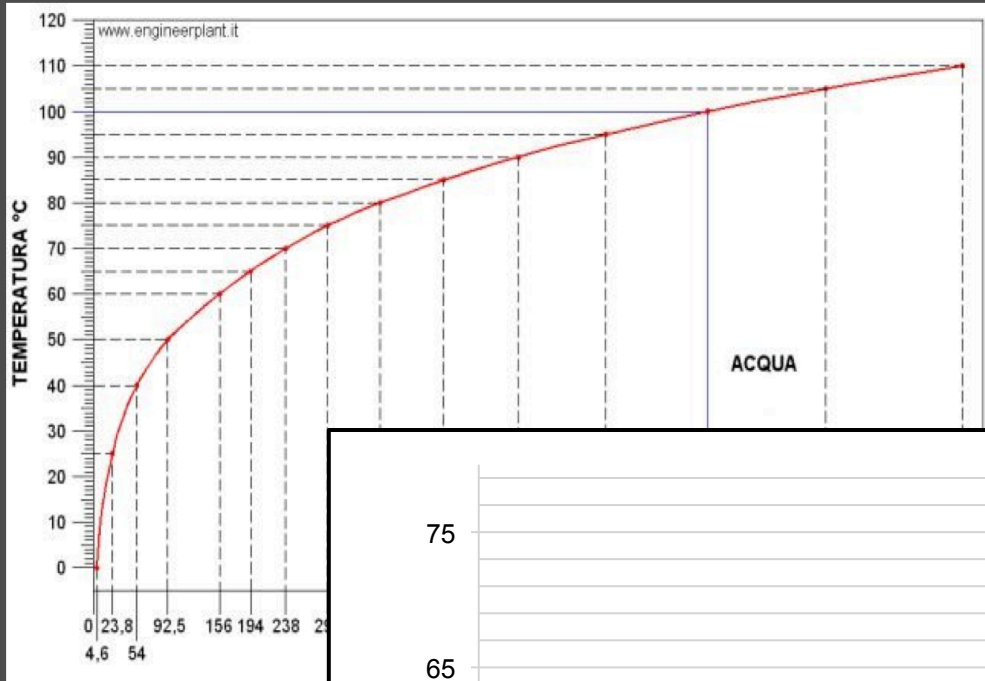
evaporazione



ebollizione

Calibrazione

➤ Scelta del punto in cui fare la lettura e valutazione della



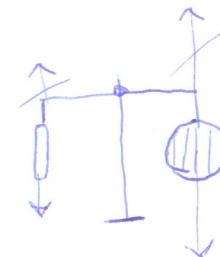
PRE E POST TEST

- Pochi minuti
- Post test immediatamente dopo l'attività
- 4 o 5 domande

La spinta di Archimede è maggiore:

1. Sulla sfera
2. Sul cilindro
3. È uguale sui 2 oggetti

Motivare la risposta



POST TEST :

DESCRIVERE UNA DELLE ESPERIENZE QUALITATIVE E DARE UNA MOTIVAZIONE DI QUANTO AVVIENE.



Per stare in equilibrio :

$$P_c + A_c = P_s + A_s$$

Se si toglie l'aria non c'è più la spinta di archimede per cui la forza

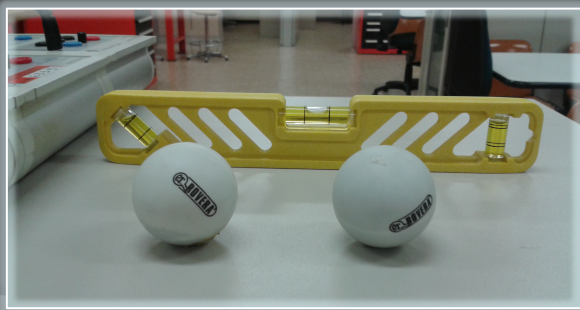
del pallancino è maggiore rispetto a quello del cilindro, e la palla "scende".



Caduta di un grave nel vuoto



LEYBOLD SENSOR CASSY SYSTEM



$$m = (11.8 \pm 0.1) \text{ g}$$



Caduta nel vuoto

Apparato sperimentale per la misura dell'accelerazione di gravità nel vuoto e la misura della velocità di caduta a differenti intervalli di pressione.

Permette di quantificare la spinta di Archimede e la forza di attrito viscoso.

$$D_{\text{INT}} = 80 \text{ mm}$$

$$D_{\text{EXT}} = 100 \text{ mm}$$

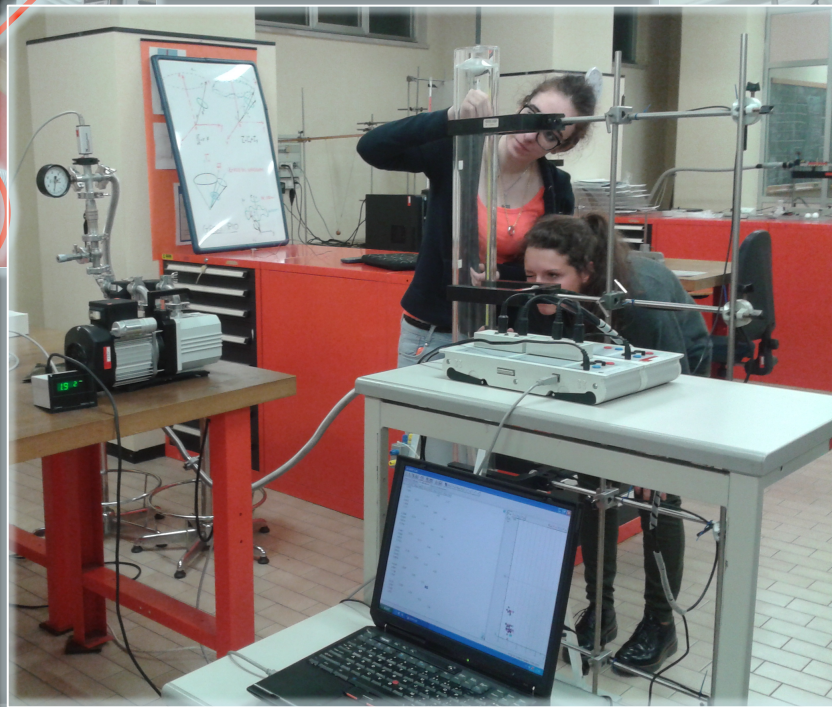
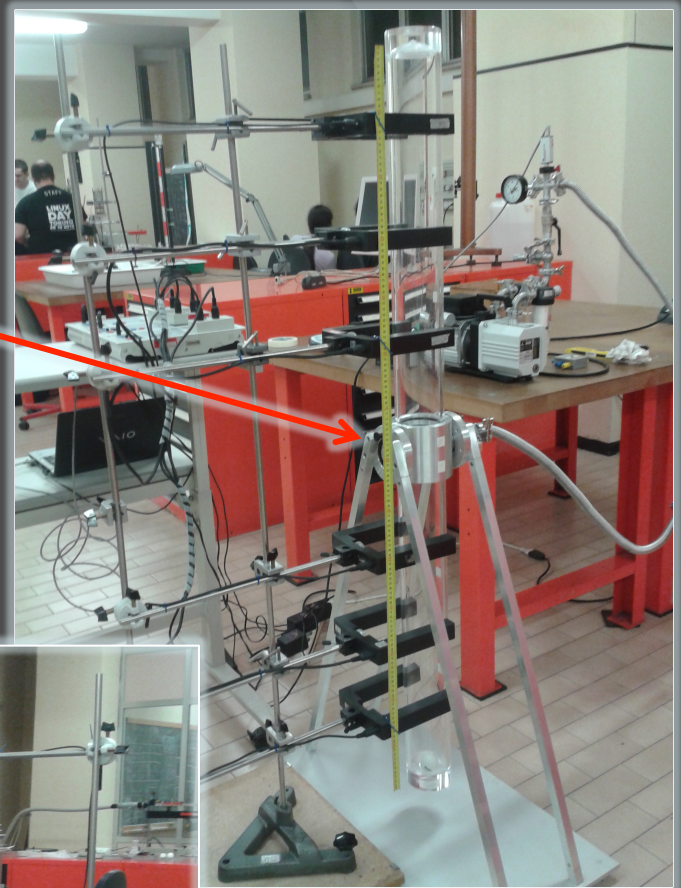
$$\text{Altezza} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Distanza tra le } f_c = 25 \text{ cm}$$

$$\text{Sensibilità } f_c = 0.0001 \text{ s}$$



SISTEMA DI ROTAZIONE



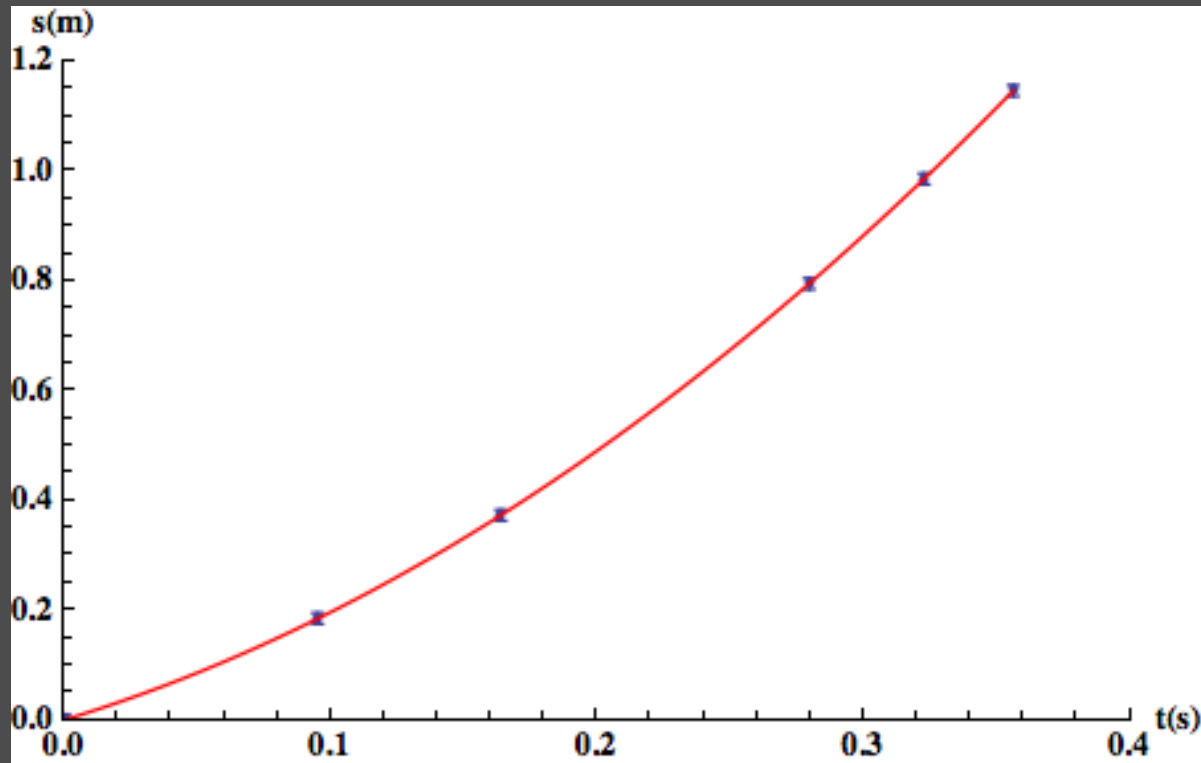
Procedura sperimentale

- Caduta della pallina attraverso le 6 fotocellule senza tubo
- Caduta della pallina nel tubo a pressione atmosferica
- Valutazione effetti di bordo

- Ripetere la misura nel vuoto
- Misura della velocità di caduta a differenti intervalli di pressione (step di 100 mbar) aumentando la pressione
- Valutazione dell'andamento di g in funzione della pressione

Misura nel “vuoto”

$p = (6.1 \pm 0.1) \text{ mbar}$



Fit Parabolico $s(t)$

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

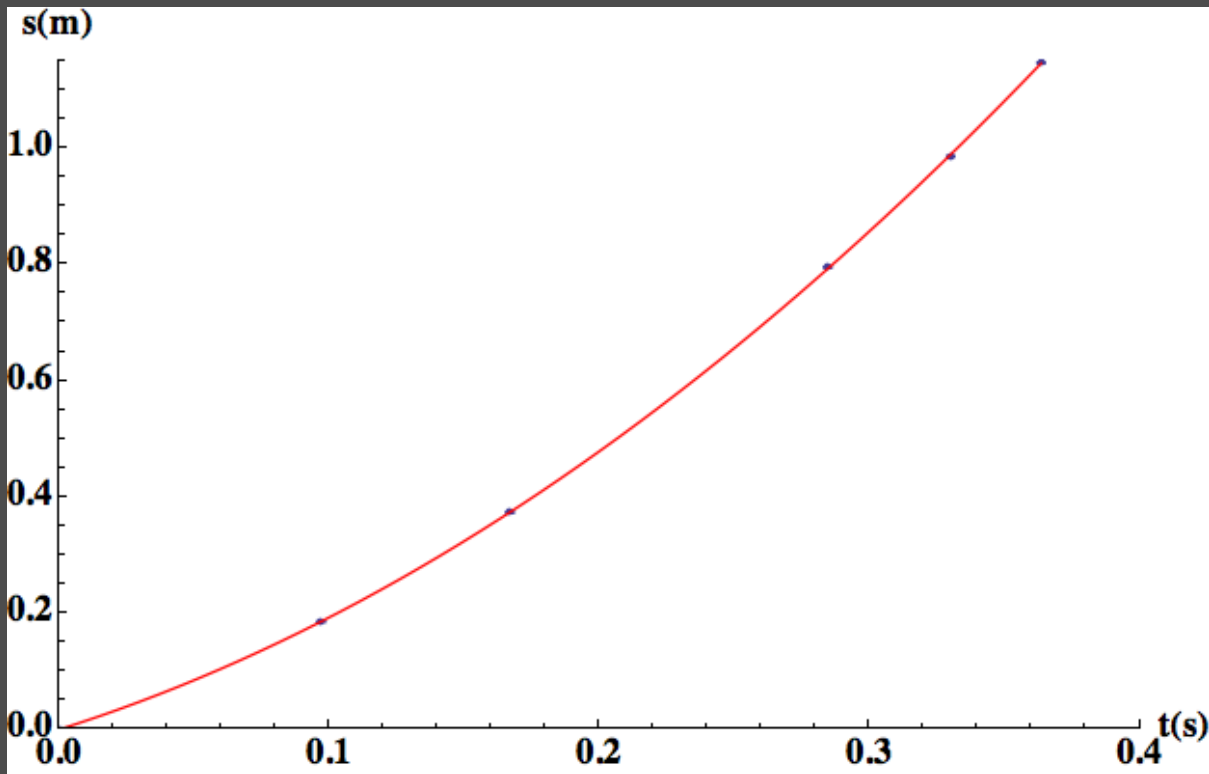
$$y = a + bx + cx^2 =$$
$$0.0002 + 1.47 x + 4.90 x^2$$



$$g = (9.80 \pm 0.07) \text{ m/s}^2$$

Misura Pressione Atmosferica

$p = (993 \pm 10) \text{ mbar}$



Fit Parabolico $s(t)$

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = a + bx + cx^2 =$$
$$-0.0002 + 1.47 x + 4.64 x^2$$



$$g = (9.29 \pm 0.07) \text{ m/s}^2$$

Correzioni teoriche (I)

NUMERO DI REYNOLDS

$$Re = \frac{UL}{\nu} = \frac{UL\rho}{\mu}$$

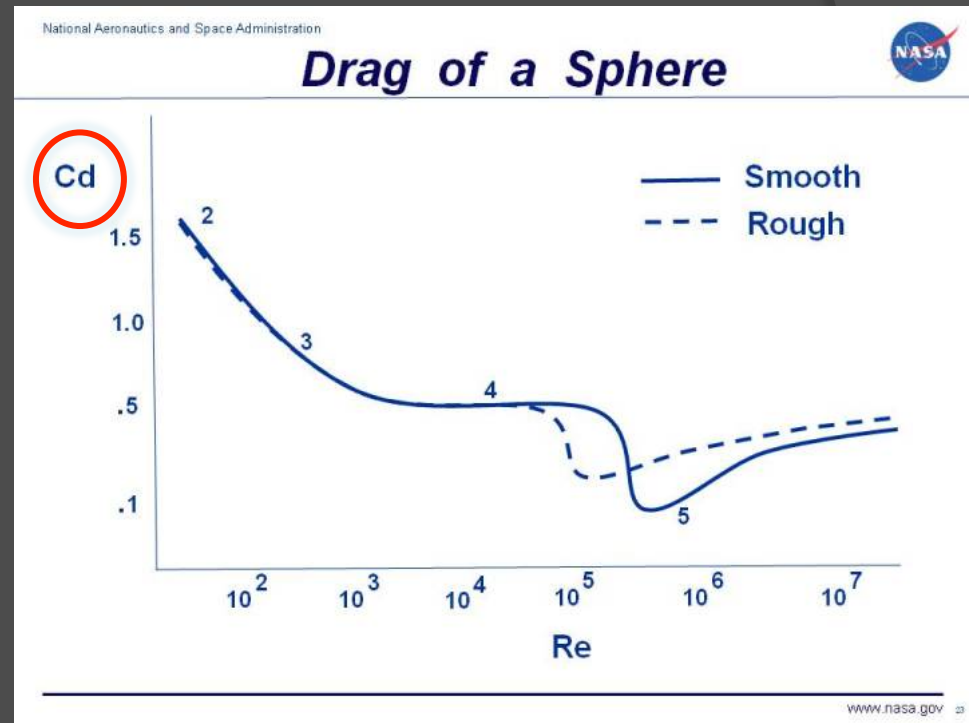
Dove :

U = velocità media = S_{TOT}/t_{TOT}

L = diametro tubo

ν = viscosità cinematica
(20°C) = $2,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

μ = viscosità dinamica



Correzioni teoriche (I)

NUMERO DI REYNOLDS

$$Re = \frac{UL}{\nu} = \frac{UL\rho}{\mu}$$

Dove :

U = velocità media = S_{TOT}/t_{TOT}

L = diametro tubo

ν = viscosità cinematica
(20°C) = $2,3 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

μ = viscosità dinamica

ATTRITO VISCOSO DELL'ARIA

$$F_{res} = \frac{1}{2} C_d \rho v^2 A$$

DENSITA' ARIA

in funzione di T e p

$$\rho_{air} = \frac{p(Pa)}{R_a^* T(K)} \left[1 - 0.378 \frac{p_v}{p} \right]$$

$$R_a^* = \frac{R}{M_a} = 287 \frac{J}{K \text{ Kg}}$$

Risultati ottenuti ($p = p_{\text{atm}}$)

$$a_A = \frac{\rho g V}{m} = (0.027 \pm 0.003) \, m/s^2$$

SPINTA DI ARCHIMEDE
(trascurabile)

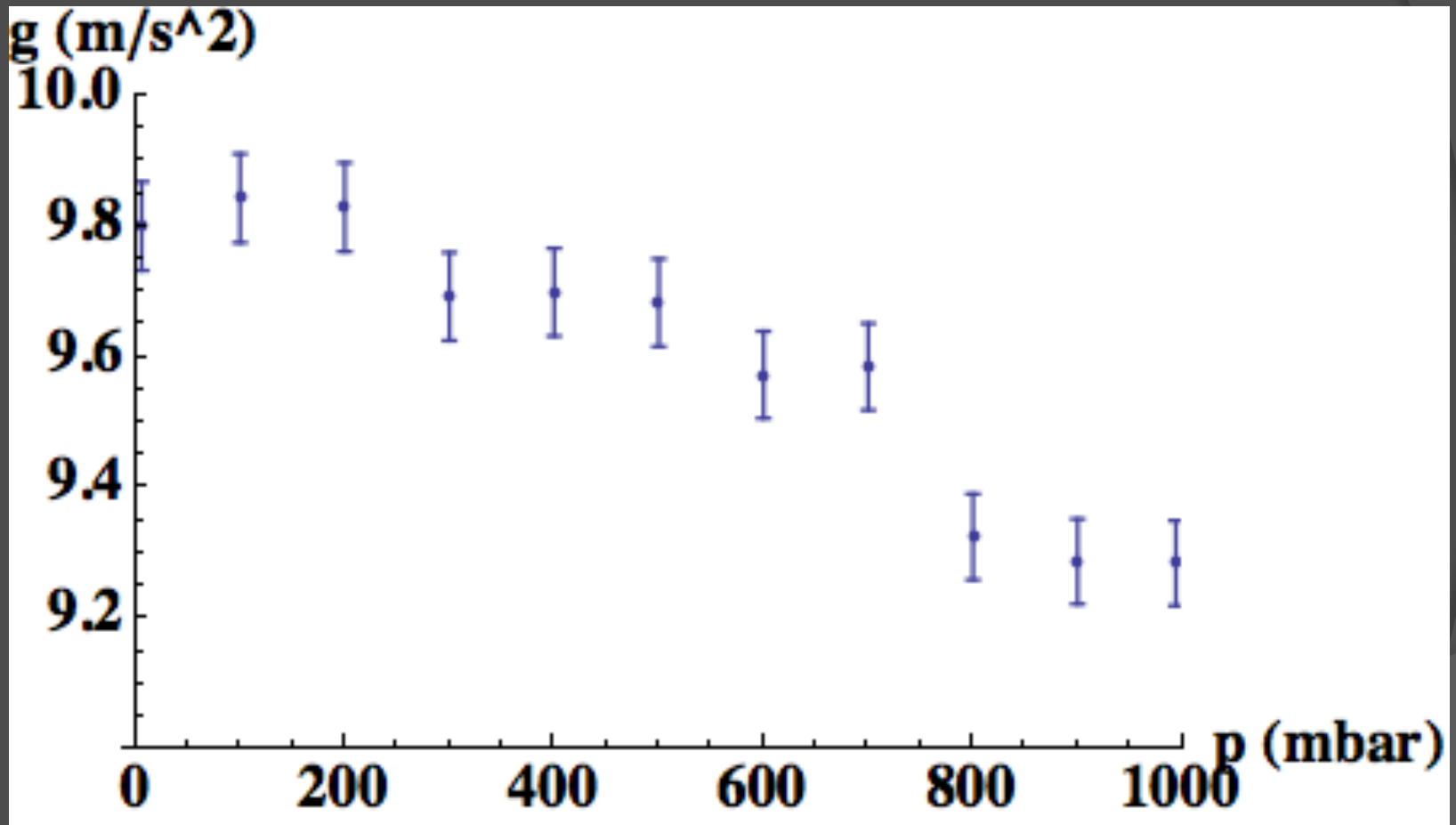
$$a_{res} = \frac{F_{res}}{m} = (0.24 \pm 0.02) \, m/s^2$$

FORZA DI ATTRITO

$$a_{edge} = a_{notube} - a_{tube} = (0.26 \pm 0.06) \, m/s^2$$

EFFETTO DI
BORDO

Andamento di g in funzione di p



Conclusioni

- L'aspetto della **scommessa** sulle esperienze qualitative ci permette di introdurre l'argomento. La teoria è percepita come necessaria a comprendere le attività di laboratorio.
- Lo studente ottiene il valore di g **sperimentalmente** e ragiona sulle ulteriori forze presenti in natura.
- Le attività possono essere adattate a livello di scuola secondaria di secondo grado e a livello universitario.
- Per svolgere queste attività nelle scuole è necessario un particolare setup, quindi spesso è possibile fare solo le esperienze qualitative. Per la misura della caduta del grave gli studenti devono utilizzare i laboratori universitari.

Grazie
per
l'attenzione !!!

pressione (mbar)	Valore a sperimentale (m/s ²)	forza di resistenza (10 ⁻³ N)	correzione (resistenza)	correzione effetto di bordo
993,82±0,01	9,29±0,07	3,23 ±0,03	0,27±0,02	0,27±0,09
900±10	9,29±0,07	2,92 ±0,03	0,25±0,02	0,27±0,09
800±10	9,33±0,07	2,62 ±0,02	0,22±0,02	0,27±0,09
700±10	9,58±0,07	2,32 ±0,02	0,20±0,02	0,03±0,09
600±10	9,59±0,07	1,99 ±0,02	0,17±0,02	0,07±0,09
500±10	9,68±0,07	1,67 ±0,01	0,14±0,01	
400±10	9,69±0,07	1,34 ±0,01	0,11±0,01	
300±10	9,69±0,07	1,01 ±0,01	0,09±0,01	
200±10	9,82±0,07	0,68±0,01	0,06±0,01	
100±10	9,82±0,07	0,34±0,01	0,03±0,01	
5±3	9,80±0,07			

Bibliografia

- www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/dragosphere.html
- <http://www.engineerplant.it/dtec/temperature-di-ebollizione.php>
(curva teorica dell'acqua)
- De Berg, K. C. (2002). Students' thinking in relation to pressure-volume changes of a fixed amount of air: The semiquantitative context. *International journal of science education* **14**, 295-303.
- De Hosson, C., Caillarec, B. (2009). Students' ideas about Blaise Pascal experiment at the Puy de Dôme Mountain. *Latin American Journal of Physics Education* **3**, 207-213.
- Nussbaum, J. (1985), The particulate nature of matter in the gaseous phase. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (eds.) *Children's ideas in science*. London: Open University Press, 124-144.
- Sére, M. G. (1985). The Gaseous State. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (eds.) *Children's ideas in science*. London: Open University Press, 105-123.

