

Epistemologia e storia della fisica

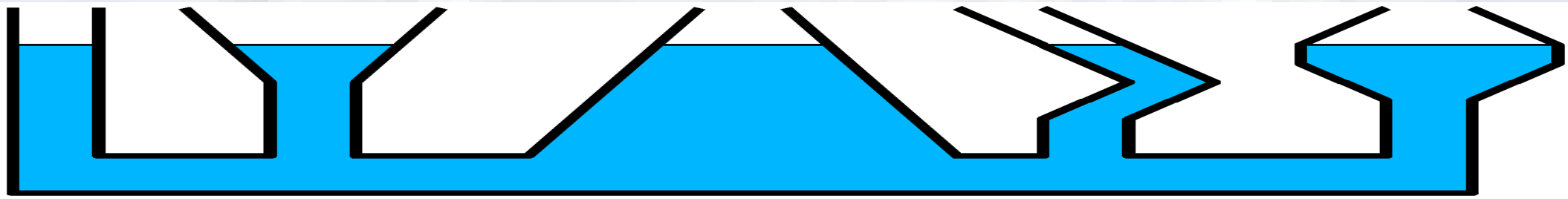
TFA A049

06 Giugno 2013

# STORIA DELLO STUDIO DEI FLUIDI: DALL'HORROR VACUI AL VOLO DEI PALLONI AEROSTATICI

Di

Ludovica Chiodera, Alice Pavarin e Elena Polastri



# TALETE E I PRESOCRATICI

Talete (640 a.C./625 a.C. – circa 547 a.C.):  
l'acqua come principio  
unico alla base di tutto.



“Ciò di cui tutto consiste, da cui tutto parte e in cui tutto finisce distruggendosi, la sostanza che persiste cambiando nelle sue qualità... Talete dice che è l'acqua, e per questo afferma che la Terra galleggia in essa.” (Dalla “Metafisica” di Aristotele)

# Anassimene e l'idrogeno gassoso dissociato

(Mileto, 586 a.C. circa – 528 a.C.)  
Anassimene: Aria come elemento alla base di ogni cosa.

- Corpi più leggeri: ottenuti per rarefazione.
- Corpi più pesanti: ottenuti per condensazione.

•Le sue teorie iniziano a basarsi sull'osservazione: prima spiegazione dei fenomeni meteorologici quali grandine e neve.



# Anassimene e l'idrogeno gassoso dissociato

---

E. Schroedinger di Anassimene:

"Come sostanza fondamentale egli [Anassimene] designò l'aria, e con ciò tornò su un terreno più solido che il suo maestro [Anassimandro]. E infatti se avesse detto "idrogeno gassoso dissociato" (ciò che proprio non poteva dire), egli non sarebbe stato molto lontano dalla nostra attuale concezione. Disse comunque che dall'aria potevano avere origine per ulteriore rarefazione corpi più leggeri [...], mentre la nebbia, le nubi, l'acqua e la terra solida risultavano da fasi successive di condensazione. Queste affermazioni rappresentano ciò che di più corretto si poteva formulare con le conoscenze ed entro le concezioni del tempo. Si prenda nota che qui non si tratta solo di piccoli cambiamenti di volume. Nel passaggio dallo stato gassoso ordinario a quello solido o liquido la densità si moltiplica per un fattore che sta fra mille e duemila. Per esempio un centimetro cubo di vapore acqueo alla pressione atmosferica, quand'è condensato si restringe formando una goccia d'acqua di poco più di un millimetro di diametro

# Anassimene e l'idrogeno gassoso dissociato

---

L'idea di Anassimene - che l'acqua liquida e persino una pietra solida, dura, siano formate dalla condensazione d'una sostanza basilare gassosa - anche se pare una concezione fondamentalmente simile a quella opposta di Talete, pure è insieme più ardita e più affine alle nostre vedute attuali. Giacché noi riteniamo che un gas si trovi nello stato più semplice, più primitivo, "non aggregato", da cui risulta, per l'intervento d'agenti che nel gas hanno una parte subordinata, la struttura relativamente complicata dei liquidi e dei solidi. *Che Anassimene non si abbandonasse a fantasie astruse, ma intendesse applicare la sua teoria a fatti concreti, lo si vede dalle stupefacenti intuizioni a cui giunse in alcuni casi.* Così egli ci fa sapere, a proposito della differenza tra la grandine e la neve (l'una e l'altra formate d'acqua allo stato solido, cioè da ghiaccio), che la grandine si forma mentre gela l'acqua che cade dalle nuvole (cioè la pioggia), mentre la neve risulta dalla solidificazione delle stesse nuvole umide. Un trattato moderno di meteorologia dice press'a poco le stesse cose."

(E. Schroedinger, **La Natura e i Greci** in "L'immagine del mondo")

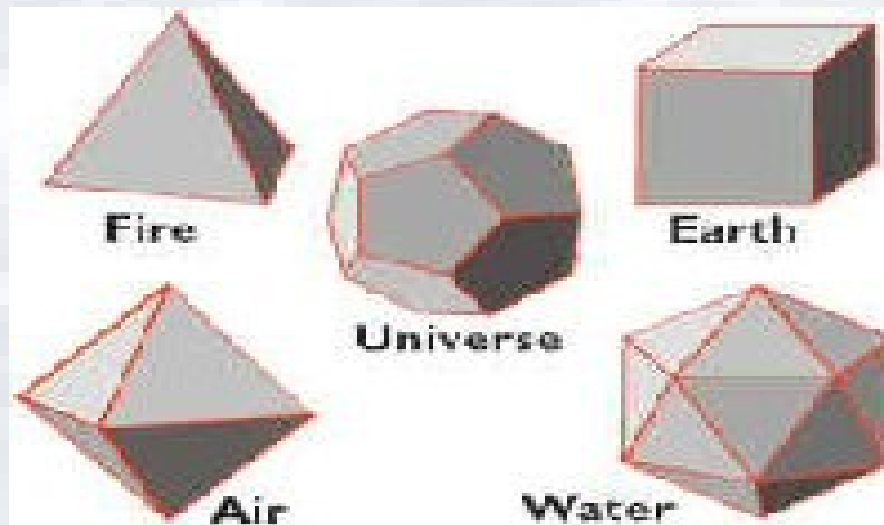
# Platone: acqua e aria come solidi geometrici

( Atene, 428 a.C./427 a.C. – Atene, 348 a.C./347 a.C.) Platone:

**“ATOMISMO GEOMETRICO”**:

4 elementi: acqua/ icosaedro, aria/ ottaedro, fuoco/ tetraedro, terra/cubo

Trasmutazioni: Acqua ( 20 triangoli) Aria ( 8 triangoli)



# Aristotele (384 a.C. o 383 a.C. – 322 a.C.): il moto e i fluidi

Una materia, affetta da qualità in coppia (caldo, freddo, umido, secco) a dare i quattro elementi (tramutabili)  
freddo+secco: terra → freddo+umido: acqua, caldo+secco: fuoco ←  
caldo+umido: aria+ etere (puro, non tramutabile)

Tutte le sostanze hanno una tendenza naturale a muoversi verso il loro proprio luogo, o a rimanerci  
“luogo” = parte dello spazio i cui limiti coincidono con i limiti del corpo che lo occupa.  
→ “Spazio” = somma dei luoghi occupati dai corpi;  
L'idea di spazio di Democrito e Platone è inaccettabile: per Aristotele non c'è il vuoto

Moto solo da contatto con la causa:

→ moto di un proiettile: una volta lasciata la mano, è l'aria ad imprimere il moto  
l'aria davanti all'oggetto scivola sul retro dello stesso, spingendolo

- Nota: moto in fluido denso → più lento (osservazione)
- Nota: bassa densità → moto più veloce

limite della densità nulla: → velocità infinita, ubiquità

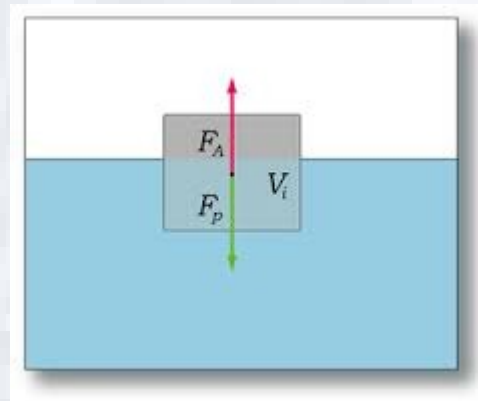
impossibilità del vuoto, horror vacui

(“pienisti”)



# Galleggia o non galleggia? Il principio di Archimede

Il **Principio di Archimede**: Un corpo immerso (totalmente o parzialmente) in un fluido riceve una spinta dal basso verso l'alto pari al peso del liquido spostato.



Enunciato da Archimede di Siracusa ( III secolo a. C.), si ritrova nella sua opera *Sui corpi galleggianti* (anche se in origine si trattava di un teorema, dedotto da un semplice postulato che oggi non viene quasi mai enunciato esplicitamente).



# La bilancia idrostatica

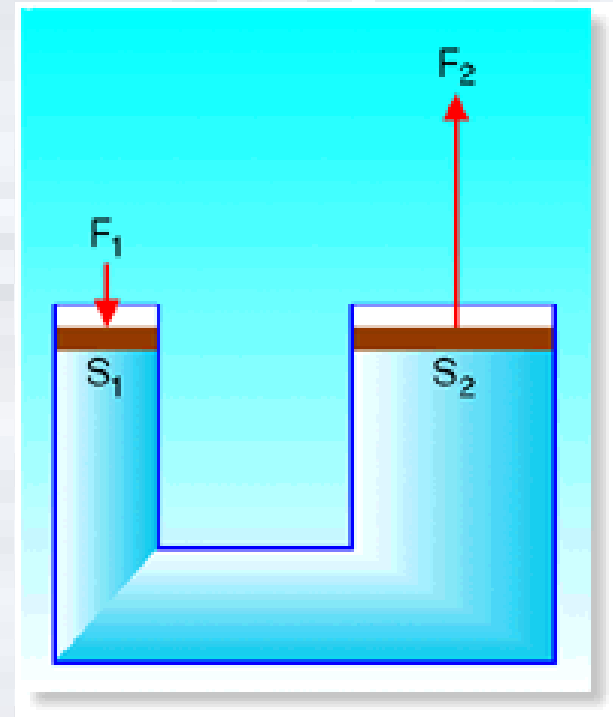
La bilancia idrostatica è anche detta bilancia di Archimede. Archimede (287-212 a.C.), infatti, smascherò l'inganno perpetrato da un artigiano il quale aveva consegnato a Ierone, Tiranno di Siracusa, una corona in lega d'oro e d'argento facendola passare come se fosse stata d'oro massiccio.

Il metodo usato da Archimede e i suoi presupposti teorici furono attentamente studiati da Galileo (1564-1642) nella *Bilancetta*, un breve testo steso a Firenze nel 1586, e pubblicato dopo la sua morte.



# 1700 anni dopo...Benedetti

Matematico e fisico (Venezia 1530 - Torino 1590) nell'opera *physicarum liber* (1585) espone, tra l'altro, una teoria dell'equilibrio dei liquidi nei vasi comunicanti e la teoria del torchio idraulico (sei anni prima di Stevino).



# Cosa sente un sub? La legge di Stevino

(Bruges, 1548 – L'Aia, 1620) Scienziato e ingegnere fiammingo, lavorò al servizio del governo olandese e mise a profitto le sue conoscenze tecnologiche come Quartiermastro generale dell'armata. Autore di numerosi trattati di astronomia, di genio militare e di navigazione, Stevin (o Stevinus) si occupò di idrostatica e osservò che la pressione di un liquido è indipendente dalla forma del vaso che lo contiene.



<http://catalogo.museogalileo.it/oggetto/ApparecchioMostrareParadossoldrostatico>

# Galileo e il pericolo del vuoto

Galileo viene condannato dal Tribunale dell'Inquisizione nel 1633, oltre che per la sua cosmologia, anche per i suoi esperimenti di pneumatica, che «suggerivano» la possibilità dell'esperienza del vuoto.



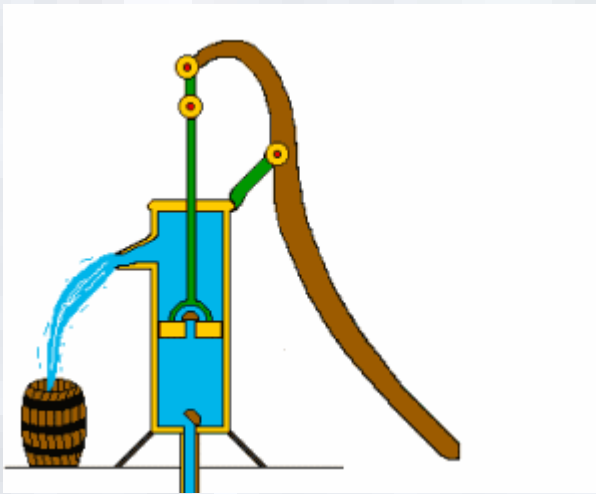
Esperimento: le pompe aspiranti non superano i 10 metri (circa) di liquido: VUOTO?

L'analisi galileiana costituì la base da cui molti studiosi (soprattutto Berti, Magiotti, Magni e Torricelli) presero le mosse per giungere alla scoperta della pressione atmosferica e della reale possibilità di produrre il vuoto in natura. Inizia la «scienza del vuoto».

# Vuoto! La misura della pressione atmosferica

Nel 1643 Evangelista Torricelli e Vincenzo Viviani, discepoli di Galileo, scoprirono il segreto della pompa aspirante.

Viviani fu il primo a fare l'ipotesi che la discesa del mercurio fosse arrestata dal peso dell'aria che grava sul mercurio della vasca. Quando l'esperimento è concluso, nel tubetto, sopra il mercurio, evidentemente non c'è niente.



Questo esperimento fu il primo passo lungo la strada che doveva condurre alla realizzazione della macchina a vapore. Le prime infatti sfruttavano il vapore solo per creare il vuoto dentro un cilindro e sotto un pistone. Il lavoro utile veniva fatto dalla pressione atmosferica, che, non più controbilanciata, obbligava il pistone a scendere verso il basso (fase attiva).



# Torricelli

(Roma, 15 ottobre 1608 – Firenze, 25 ottobre 1647) Diede il suo contributo alla fluido-dinamica con il “*Teorema di Toricelli*”: la velocità di efflusso di un liquido, in assenza di resistenza, da un recipiente forato ad altezza  $h$  dal fondo, tale che la sezione del contenitore sia molte maggiore della superficie del foro, è pari alla radice di  $2gh$ , cioè pari alla velocità di una goccia di liquido in caduta libera da un'altezza  $h$ .

La perizia di Torricelli come idraulico era talmente grande che si ricorse a lui per avere consigli sul modo di liberare la Val di Chiana dalle acque stagnanti ed egli suggerì il metodo delle colmate.



Anche se l'esperimento per cui rimane più noto, è la misura della pressione atmosferica

<https://www.youtube.com/watch?v=zEZ0rIIh0lw>

# Boyle e il barometro

Attorno al 1640 c'era grosso fermento riguardo ai nuovi esperimenti sulla pressione eseguiti da Torricelli. In particolare, in uno scambio epistolare tra Torricelli e Ricci, si chiariscono le idee che stavano dietro al funzionamento del *tubo a T*, (che verrà rinominato barometro dal 1644 da Boyle). Si costruiscono quindi i concetti alla base della moderna teoria della pressione e già si accenna la principio di Pascal. Proprio da qui si impegnarono i maggiori scienziati del tempo (Cartesio, Boyle, Meriotte) per articolare maggiormente la teoria, rafforzandone la verifica sperimentale. Gli scritti e l'epistolario scientifico sono stati pubblicati nelle *Opere* (3 voll., il primo diviso in due parti, 1919; 4 voll., 1944).

In particolare, Boyle (Lismore, 25 gennaio 1627 – Londra, 30 dicembre 1691) si interessò al rapporto tra il volume (*l'espansione*) di un gas e la sua pressione. Nel 1661 formulò la legge nota sotto il nome di B.-Mariotte che, secondo la formulazione di B., supponeva "che la pressione e l'espansione siano in rapporto reciproco.





# Pascal

(Clermont-Ferrand, 19 giugno 1623 – Parigi, 19 agosto 1662) Le sue ricerche hanno per oggetto principalmente la meccanica dei fluidi (*Récit de la grande expérience de l'équilibre des liqueurs*, 1648; *De la pesanteur de la masse d'air*, 1651; *De l'équilibre des liqueurs*, 1652); esse si collegano in modo essenziale, a osservazioni e scoperte di scienziati contemporanei e precedenti, in particolare di Galileo, Stevin e Benedetti, Torricelli.



**Principio di Pascal:** in un fluido in equilibrio la pressione intorno a un punto è la stessa in tutte le direzioni. Ciò è valido per un fluido ideale, incompressibile; in un fluido compressibile le piccole variazioni di pressione si trasmettono proporzionalmente alla densità nei singoli punti.

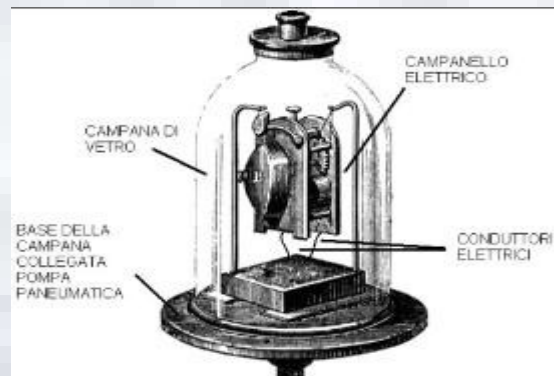
# In montagna l'acqua bolle prima: Perier Pascal

Pascal-Périer sul Puy de Dome dimostrò come, a circa 1000 metri di altezza, l'altezza della colonnina d'un barometro con un estremo in una vaschetta contenente 4 kg di mercurio misurasse 7,5 cm in meno (e dunque una pressione minore) rispetto alla sua altezza alla base della montagna. Ciò verificava l'idea che, con l'aumentare dell'altitudine, l'aria diminuisse e di conseguenza la pressione atmosferica. Questo portava a confermare l'idea della presenza del “vuoto naturale”.



# Kircher e il suono nel vuoto

(1602 Geisa-1680) In *Musurgia universalis* (1650) Kircher si convince dell'impossibilità dell'esistenza del vuoto. L'esperimento, condotto insieme a Gasparo Berti, consisteva nell'inserire una campanella in una parte di tubo in cui, secondo i "vacuisti", doveva trovarsi il vuoto.

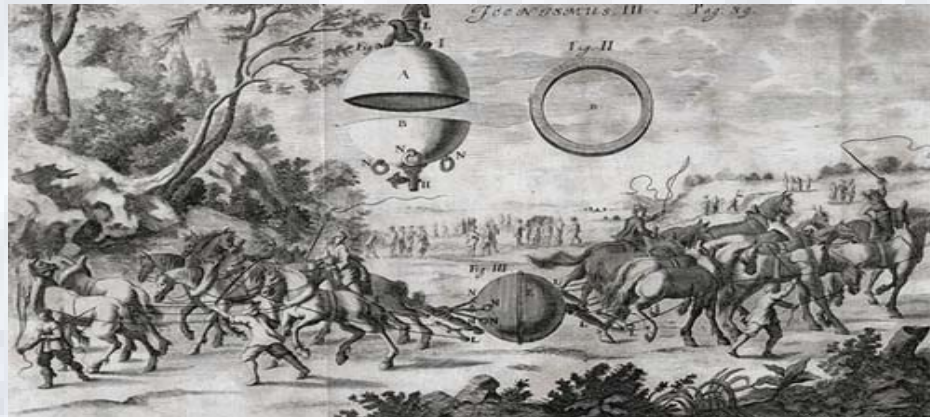


Tramite un magnete si faceva muovere il martelletto della campanella e Kircher rilevò un suono. Con ciò avrebbe dimostrato la presenza di aria in quella parte di tubo. Un esperimento analogo lo condusse Boyle con una pompa pneumatica, che non rilevò, al contrario, nessun suono.

# Otto von Guericke

(Magdeburgo, 20 novembre 1602 – Amburgo, 21 maggio 1686) von Guericke si inserisce nella disputa tra vacuisti e plenisti. Allo scopo di mettere alla prova le tesi "pleniste" von Guericke si impegnò a ripetere gli esperimenti barometrici e a studiare a fondo il problema della pressione dell'aria.

E' nell'ambito di questi interessi che, nel 1657, von Guericke realizzò il suo più famoso esperimento.



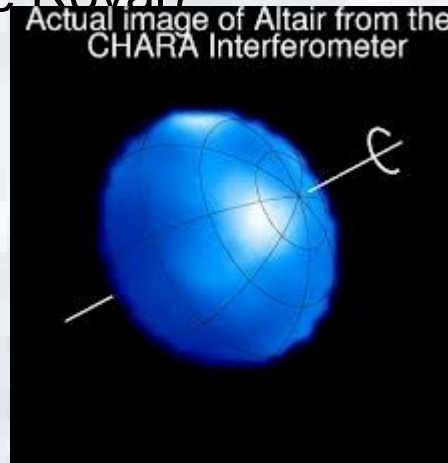
Il suggestivo esperimento, inizialmente descritto nella *Mechanica hydraulico-pneumatica* di Gaspar Schott (1657) e poi spettacolarmente ripetuto davanti alla corte berlinese nel 1663, servì a confermare le scoperte torricelliane e ad evidenziare i sorprendenti effetti della pressione atmosferica.





# Newton

(Woolsthorpe-by-Colsterworth, 25 dicembre 1642 – Londra, 20 marzo 1727). In *“Philosophiæ naturalis principia mathematica”* (1687) Newton spiega diversi fenomeni relativi allo studio dei fluidi, tra cui una delle ulteriori prove della validità della legge di gravitazione universale: il rigonfiamento della Terra all'Equatore e l'appiattimento ai Poli (verificata nel '700 da De Maupertius finanziato dall'Académie Royal)



Nella stessa opera studia anche il moto dei proiettili nei fluidi. Ad alta velocità l'attrito è trascurabile e vale la seguente relazione:

$$L/l = \rho_p / \rho_m$$

# Daniel Bernoulli (1700-1782)

**Daniel Bernoulli** è stato un matematico svizzero, uno dei più importanti matematici della famiglia Bernoulli. Egli è ricordato in particolar modo per le applicazioni della matematica alla meccanica, specialmente alla **fluidodinamica** e per il suo lavoro sulla probabilità e la statistica. Egli fu uno dei primi scienziati a formulare la teoria cinetica dei gas ed applicare la legge di Boyle. Egli lavorò con Eulero sull'elasticità e sulla formulazione dell'equazione di Eulero-Bernoulli.





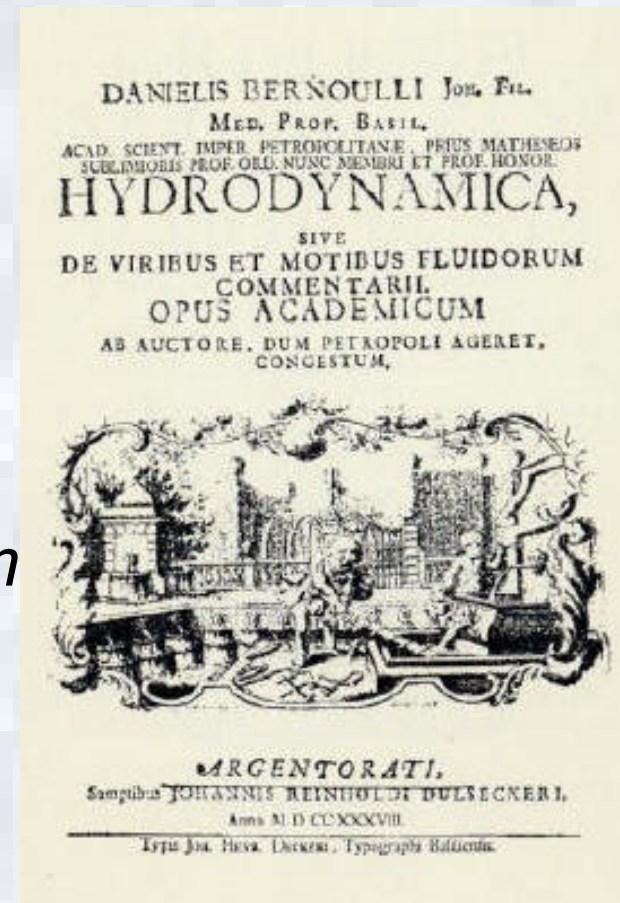
# Teorema di Bernoulli

Nel **1738** Bernoulli pubblica "*Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum commentarii*" che segnò l'inizio dell'idrodinamica teorica.

Il principio di base di queste ricerche era la conservazione delle forze vive enunciato da Leibnitz nel 1686 "*aequalitas inter descensum actualem ascensumque potentialem*"

$$\Delta p \cdot \frac{m}{\rho} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \Delta v^2 + m \cdot g \cdot \Delta h$$

Il primo membro è l'energia volumetrica che è uguagliata alla somma dell'energia cinetica e dell'energia potenziale.



# Teorema di Bernoulli

---

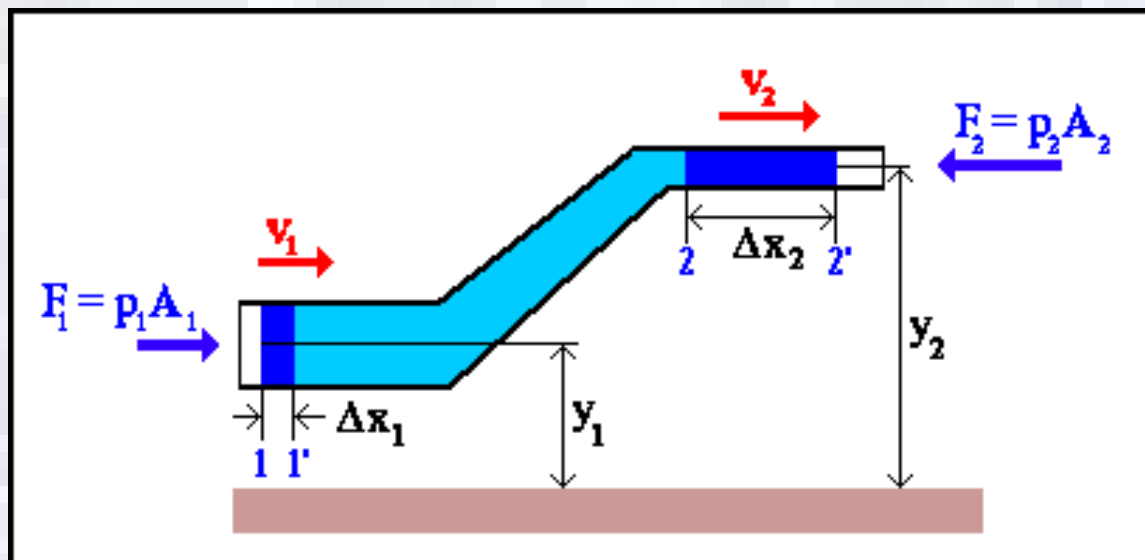
Il Teorema di Bernoulli è una conseguenza diretta del **teorema dell'energia cinetica** e descrive il flusso *stazionario* di un fluido ideale (incomprimibile e privo di attrito).

L'equazione descrive il fenomeno per cui in un fluido ideale su cui non viene applicato un lavoro, per ogni incremento della velocità si ha simultaneamente una diminuzione della pressione o un cambiamento nell'energia potenziale gravitazionale del fluido.

# Teorema di Bernoulli

Nel flusso stazionario di un fluido ideale di densità  $\rho$ , la pressione  $p$  del fluido e la sua velocità  $v$  verificano in ogni punto, se  $h$  è l'altezza del punto da un livello di riferimento arbitrario, l'equazione:

$$p + \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \text{costante}$$



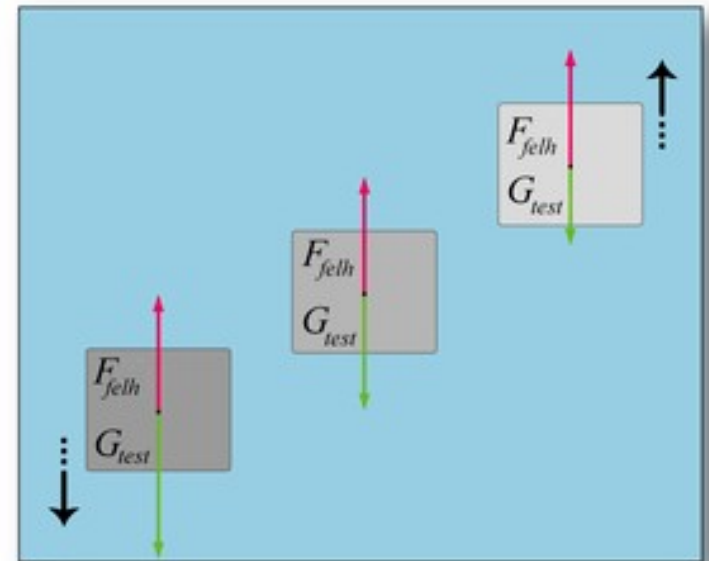
# Principio di Archimede

Quando un corpo di densità  $\rho_0$  e volume  $V_0$  è completamente immerso in un fluido di densità  $\rho$ , le forze agenti su di esso sono la **forza peso** diretta verso il basso, di intensità  $P = \rho_0 V_0 g$  e la **spinta di Archimede** diretta verso l'alto, di intensità  $S = \rho V_0 g$ .

Se è  $\rho_0 > \rho$  il corpo affonda, perché il suo peso supera l'intensità della spinta verso l'alto.

Se  $\rho_0 = \rho$  le due forze hanno uguale intensità e il corpo galleggia.

Se  $\rho_0 < \rho$  la forza che prevale è la spinta di Archimede e il corpo emerge dal fluido.



# Applicazione: palloni aerostatici

Un'applicazione del principio di Archimede si ha nei palloni aerostatici, che sfruttano la spinta di Archimede in aria. Essi sono costituiti da un involucro riempito di un gas più leggero dell'aria, come l'idrogeno o l'elio, oppure anche di aria calda, che ha densità minore rispetto all'aria fredda.



# Applicazione: palloni aerostatici

---

Se il peso complessivo  $P$  è inferiore all'intensità  $S$  della spinta di Archimede, si ha una forza ascensionale di intensità

$$F = S - P$$

che fa innalzare l'aerostato. Con l'aumentare della quota diminuisce la forza ascensionale, perché l'aria diventa meno densa. A una certa altezza questa forza si annulla e il pallone rimane a quota costante. Per farlo ancora salire è necessario buttare dalla zavorra per far diminuire il peso. Viceversa, per discendere è necessario far uscire una certa quantità di gas dall'involucro del pallone che, diminuendo di volume, fa diminuire anche la spinta aerostatica.



# Storia dei palloni aerostatici

L'invenzione del pallone aerostatico fu incentivata dal luogo e dal contesto storico in cui essa avvenne: siamo infatti nella **Parigi prerivoluzionaria**.

I francesi temevano per il loro avvenire e vedevano nel cielo una possibile via di fuga verso la libertà finora negatagli. I primi pionieri del cielo sarebbero stati venerati in futuro come figure mitologiche.

Queste imprese accrebbero il senso di **uguaglianza** all'interno della popolazione: se infatti gli aristocratici potevano acquistare appezzamenti di terra a loro piacimento, il **cielo era di tutti e chiunque poteva sentirsene padrone volando**. I viaggi quindi rappresentarono la conquista della libertà ed un tentativo di fuga dalle regole di classe.





# I fratelli Montgolfier

I fratelli **Joseph Michel Montgolfier** (1740 -1810) e **Jacques Étienne Montgolfier** (1745 -1799) sono stati gli inventori della **mongolfiera**, il pallone aerostatico che funziona con aria calda e fu il primo aeromobile a portare un essere umano in cielo.



# I fratelli Montgolfier

---

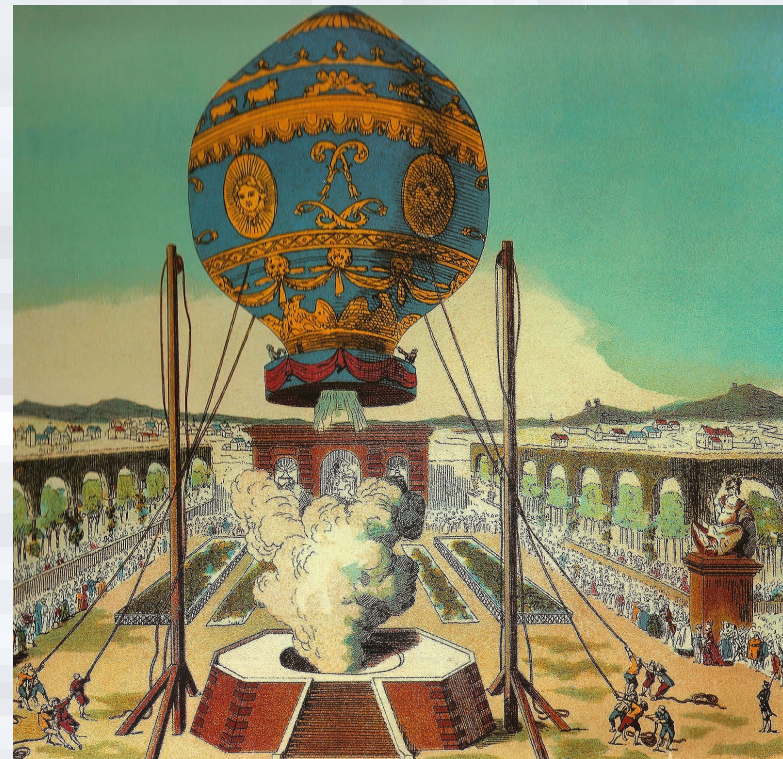
I fratelli Montgolfier ritenevano che a fare sollevare la mongolfiera in realtà non fosse l'aria calda all'interno del “pallone”, ma bensì un particolare gas che venne chiamato il “**gas Montgolfier**”.

Il merito di comprendere che la mongolfiera volava semplicemente grazie all'aria calda va riconosciuta allo scienziato Italiano **Alessandro Volta**.

Il **4 giugno 1783** essi realizzarono un **pallone di carta e lino** (denominato in seguito mongolfiera) di 11 metri di diametro gonfiato con aria calda che fecero volare dalla loro abitazione ad Annonay; questo raggiunse un'altitudine di 100 metri percorrendo quasi 2 chilometri.

# I fratelli Montgolfier

Il loro secondo tentativo di lancio avvenne il **19 settembre 1783** alla Corte di Versailles in presenza del re Luigi XVI e di 120000 spettatori. La mongolfiera ospitò per la prima volta degli **esseri viventi**: una **pecora**, un **gallo** e un'**anatra**. Questi “temerari passeggeri” riuscirono a volare dentro un cesto legato al pallone, che rimase in aria per otto minuti, percorrendo 3,5 chilometri a 500 metri.



Ma il **primo volo in mongolfiera della storia con persone a bordo** fu fatto a Parigi il **21 novembre 1783** da **Jean-François Pilâtre de Rozier** in compagnia del Marchese d'Arlandes.

# Jacques-Alexandre Charles (1746 – 1823)

**Jacques Alexandre César Charles** è stato un matematico, scienziato e inventore francese. Nel campo della fisica è noto per aver anticipato di alcuni anni la scoperta della relazione tra temperatura, volume e pressione dei gas che sarebbe poi diventata universalmente nota come **legge di Gay-Lussac**; il lavoro di Charles influenzò quello di **Joseph Louis Gay-Lussac**, il quale riconobbe l'importanza di questa influenza quando, nel 1802, pubblicò i suoi studi. La legge di Gay-Lussac infatti è nota anche come legge di Charles.





# Jacques-Alexandre Charles

È stato anche un progettista, costruttore e sperimentatore di aerostati. Sfruttando gli studi di **Henry Cavendish** del 1766, Charles costruì il primo **pallone a idrogeno** (detto la “**charlière**”) della storia e fu il primo a compiere un'ascensione con questo tipo di aerostato il **1° dicembre 1783** (meno di due settimane dopo il primo volo dei fratelli Montgolfier con il loro pallone ad aria calda).



# Jean-Pierre François Blanchard (1753-1809)

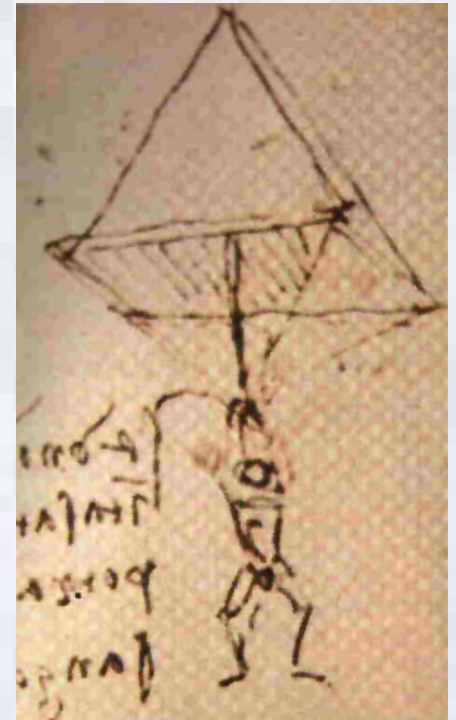
**Jean-Pierre François Blanchard** è stato un aviatore e inventore francese noto soprattutto per essere stato il primo a trasvolare (in pallone) il canale de La Manica in compagnia del medico statunitense **John Jeffries** nel 1785.





# Il paracadute

Il sistema del paracadute venne suggerito per la prima volta da **Leonardo da Vinci**, ma venne attuato solo a partire dal 1780. Nel **1785** Blanchard, inventò il primo vero **paracadute**, costruito con seta senza alcuna struttura rigida. Il primo esperimento fu effettuato lanciando da un pallone aerostatico un cane equipaggiato con un paracadute.



*Paracadute di Leonardo*



Il primo uomo ad utilizzare un paracadute, lanciandosi da una mongolfiera a quota 900 metri, fu **André-Jacques Garnerin**, inventore francese, nel 1797.



# Il paracadute e la caduta nell'aria

Il paracadute funziona grazie alla pressione dell'aria: la sua forma raccoglie e comprime sotto la sua calotta una grande quantità di aria che lo spinge verso l'alto e rallenta la discesa.



Benché la viscosità dell'aria sia piuttosto bassa, la grande superficie del paracadute e la sua forma fanno in modo che la caduta verso il suolo venga efficacemente rallentata dall'attrito viscoso. Di norma, il paracadutista raggiunge, prima dell'impatto con il terreno, una velocità sufficientemente bassa da permettergli un atterraggio senza danni.

# Il paracadute e la caduta nell'aria

Un **paracadutista** che si lancia da un aereo non si muove di moto uniformemente accelerato. Infatti, su di esso non agisce soltanto la forza-peso  $\vec{F}_p$  rivolta verso il basso, ma anche la forza di attrito  $\vec{F}_v$  rivolta verso l'alto (si oppone al moto di caduta). Il moto del paracadutista è determinato dalla risultante di queste *due* forze.

La forza di attrito con l'aria aumenta man mano che la velocità del paracadutista cresce, fino a che raggiunge la stessa intensità della forza-peso.

Da questo istante in poi le due forze sono uguali e opposte, e quindi la loro risultante è uguale a zero:

$$\vec{F}_p + \vec{F}_v = \vec{0}$$

Per il principio di inerzia, il paracadutista scende allora a velocità costante, chiamata **velocità limite**.

# Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850)

**Joseph Louis Gay-Lussac** è stato un fisico e chimico francese, conosciuto soprattutto per le leggi sui gas che portano il suo nome.

Si occupò dello studio quantitativo delle proprietà dei gas ed effettuò importanti esperimenti sui gas per studiare il loro comportamento alle variazioni di temperatura a pressione costante.



Prima legge di Gay-Lussac

$$V(t) = V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)$$

Seconda legge di Gay-Lussac

$$p(t) = p_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)$$

# Joseph Louis Gay-Lussac

Gay-Lussac compì vari esperimenti sulla **composizione dell'atmosfera** e sulle variazioni nel campo magnetico terrestre utilizzando alcuni aerostati riempiti di idrogeno.

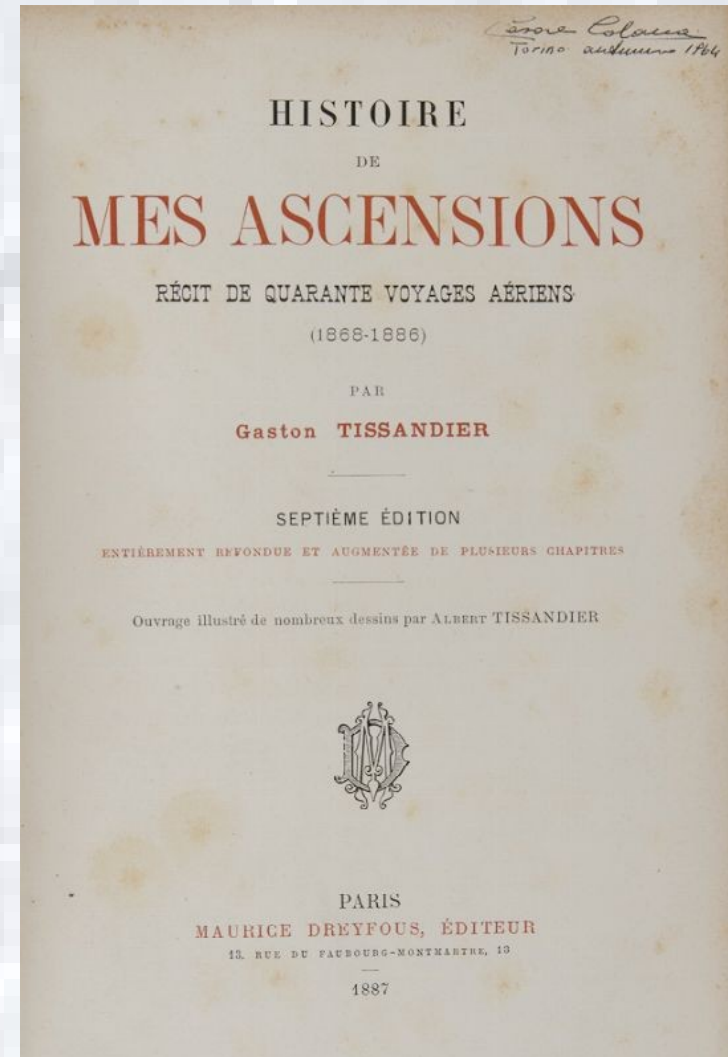
Nel **1804** insieme a **Jean-Baptiste Biot** salì fino oltre 7000 metri riportando a terra campioni di aria molto rarefatta.





# Gaston Tissandier (1843-1899)

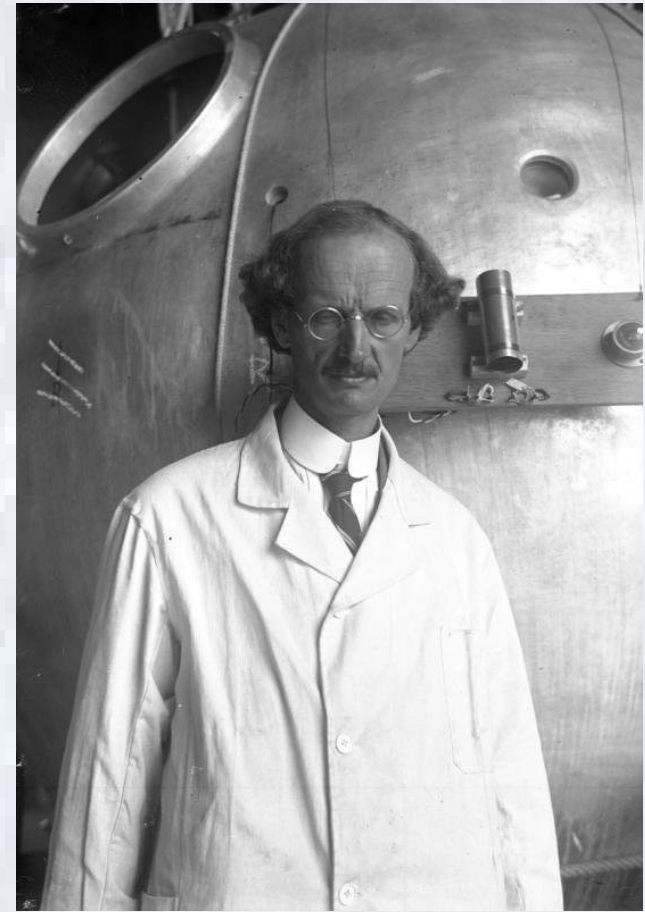
**Gaston Tissandier** aeronauta e divulgatore scientifico francese. Nel **1875**, con T. Sivel e J. Croce-Spinelli raggiunse in un'ascensione con l'aerostato Zénith una quota superiore a 8580 m; in questa ascensione i suoi due compagni perirono per anossia. Per andare oltre si utilizzarono palloni senza passeggeri e mediante strumenti si poté verificare che la temperatura scendeva fino a  $-55^{\circ}\text{C}$  poi si stabilizzava e cresceva di poco.



# Auguste Piccard (1884-1962)

**Auguste Piccard** è stato un fisico ed esploratore svizzero, famoso per le sue esplorazioni della **stratosfera** e delle profondità marine. Nel **1913**, con il fratello gemello Jean, cominciò a compiere ascensioni mediante palloni aerostatici. Per studiare gli stati ionizzati, i raggi cosmici e la radioattività nell'atmosfera, progettò (nel **1925**) e realizzò un pallone con cabina stagna in grado di raggiungere per la prima volta quote stratosferiche.

Dopo varie ascensioni sempre con il fratello Jean, nel **1932** Auguste Piccard salì ad oltre 16.000 metri. Jean lo superò due anni dopo toccando i 17.500 metri.





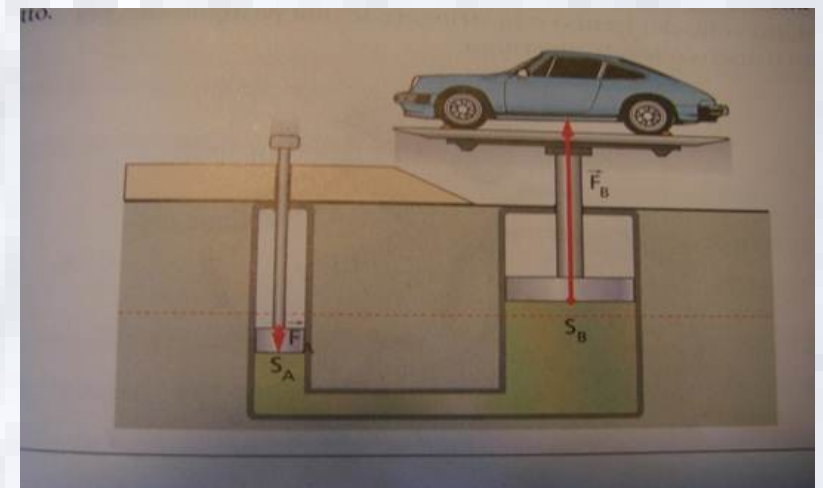
# Applicazioni del principio di Pascal

Ricordiamo cosa dice il principio: La pressione che viene esercitata su una superficie qualsiasi di un fluido si trasmette con la stessa intensità su ogni altra superficie a contatto con il fluido indipendentemente da come questa è orientata.

## Il torchio idraulico.

A Pascal viene anche attribuita l'invenzione del torchio idraulico.

Andiamo a vedere l'applicazione del principio fisico a cui si fa riferimento.



# Applicazioni del principio di Pascal

---

Per il principio di Pascal sappiamo che la pressione rimane costante, dunque:

$$\frac{F_a}{S_a} = \frac{F_b}{S_b}$$

Animazione: <http://www.tecnoflash.altervista.org/Torchio.html>

# Applicazioni del principio di Pascal

Come si può notare dall'immagine la cartolina non cade, questo grazie alla **pressione atmosferica** che esercita una forza sulla superficie della cartolina.



# Applicazioni: l'effetto Venturi

Giovanni Battista Venturi (Bibbiano, 1746 – Reggio nell'Emilia, 1822) è stato un fisico italiano. Nel 1796 è a Parigi, dove redige la sua opera più importante **Ricerche sperimentali sul principio della trasmissione laterale entro i fluidi applicata alla spiegazione dei diversi fenomeni idraulici**. Importante è il suo contributo allo studio della meccanica dei fluidi con la descrizione di quello che viene chiamato **effetto Venturi**, che descrive il legame tra velocità e pressione di un fluido in un condotto.



Ricordiamo l'equazione di Bernoulli:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{cost}$$

# Applicazioni: l'effetto Venturi

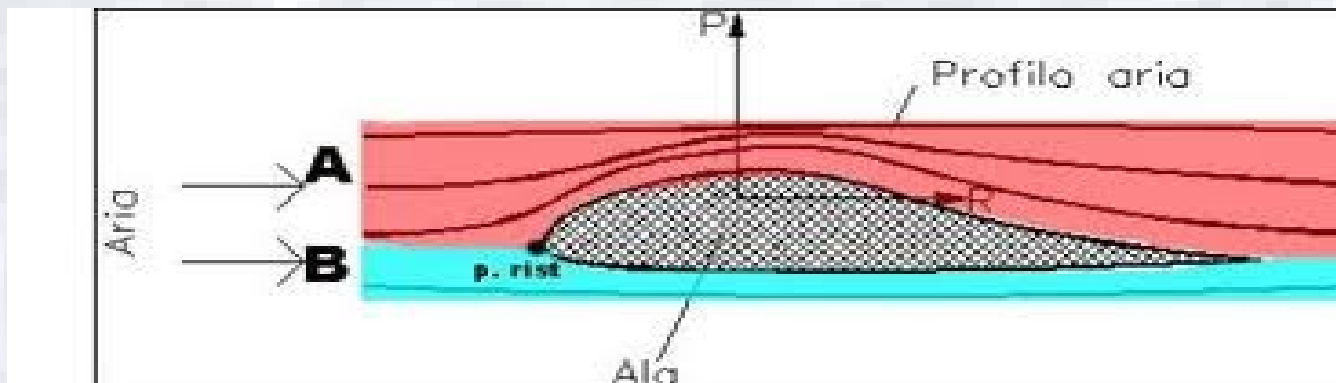
**Il foglio di carta:** soffiando intensamente sulla parte superiore del foglio di carta, questo si alza.



**La pallina e l'imbuto:** ponendo la pallina all'interno di un imbuto soffiando la pallina non cade.

# Applicazioni: l'effetto Venturi

**La portanza dell'ala:** la velocità dell'aria al di sopra dell'ala è maggiore della velocità sotto l'ala, ma allora la pressione che preme sulla faccia inferiore dell'ala è maggiore rispetto a quella esercitata sulla parte superiore.



Il fenomeno è molto più complesso  
E la nostra spiegazione è, per semplicità,  
incompleta



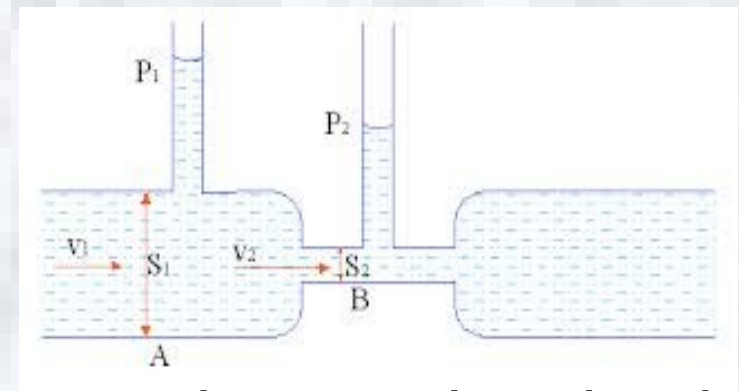
# Applicazioni: l'effetto Venturi

## Il tubo di Venturi.

Il tubo di Venturi serve per misurare la velocità dei fluidi e dedurre quindi la portata di un condotto.

Applicando il teorema di Bernoulli a un fluido,

$$P_1 + \rho v_1^2 / 2 = P_2 + \rho v_2^2 / 2$$



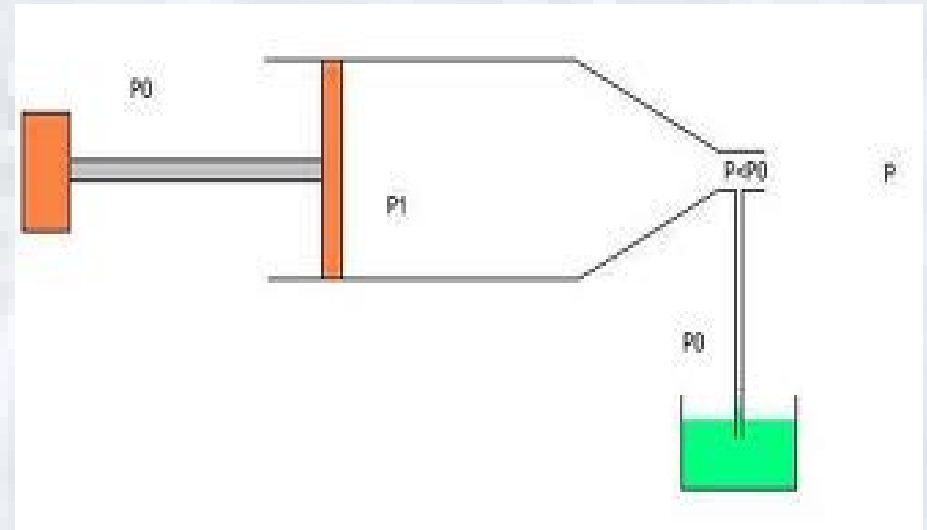
Da questa equazione, e ricordando che la portata  $Q$  nel condotto è costante, conoscendo sezioni e pressioni, si ottiene la velocità dell'acqua nel punto A.

# Applicazioni: l'effetto Venturi

## In quali modi si può utilizzare il tubo di Venturi?

Uno spruzzatore ad aria.  
L'aria viene soffiata nel tubo, nella strozzatura l'aria avrà una velocità maggiore e quindi una pressione minore rispetto a quella atmosferica che c'è sulla superficie libera del liquido verde.

Questo dispositivo è contenuto nelle pompe di benzina e lavastoviglie e in molti altri strumenti in cui occorre creare una depressione che aspiri un liquido



# Applicazione della legge di Bernoulli

## Il distacco e la distruzione dei tetti

Le costruzioni, che sono al loro interno approssimativamente isolate rispetto all'esterno, se colpite da venti molto forti, sono sottoposte ad una grande differenza di pressione. La forza esercitata sulla superficie del tetto dalla differenza di pressione (che va dal basso verso l'alto) è capace di scoperchiarlo



# Applicazione della legge di Bernoulli

## L'arterosclerosi:

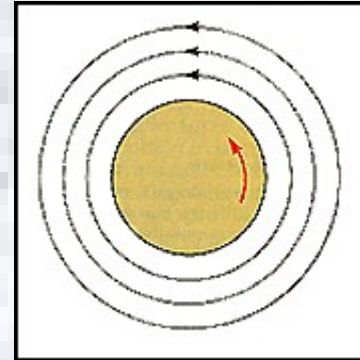
L'arterosclerosi è una malattia provocata dall'accumulo di materiale lipidico (grasso) nello strato più interno delle arterie. Per l'equazione di Bernoulli ad una diminuzione della sezione della cavità dove scorre il liquido corrisponde un aumento di velocità di quest'ultimo il quale provoca un abbassamento della pressione interna in quel punto. Di conseguenza la pressione esterna sarà maggiore di quella interna e tenderà a schiacciare l'arteria così da diminuire ulteriormente il flusso di sangue;



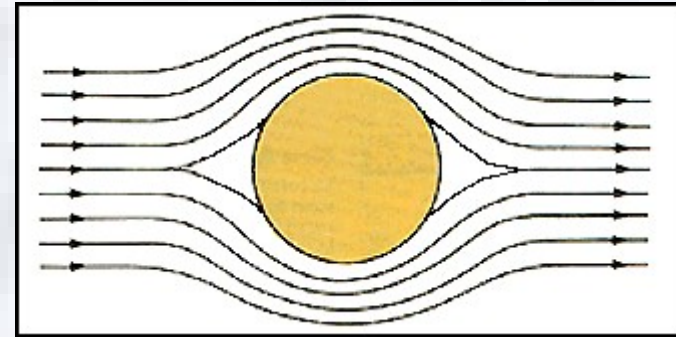
# Applicazione della legge di Bernoulli

## L'effetto Magnus:

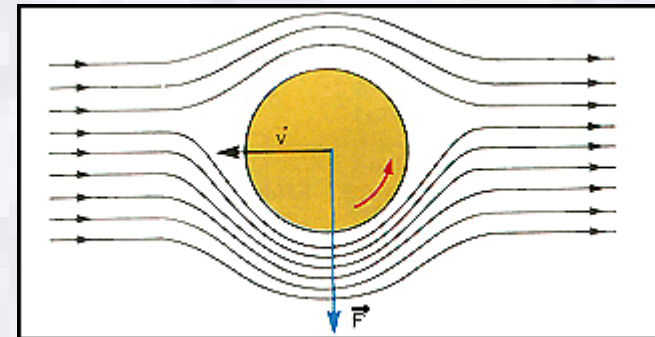
Un corpo in rotazione nell'aria trascina con sé lo straterello d'aria con cui viene a contatto



Se il corpo ha un moto di traslazione è come se venisse investito da una corrente d'aria che si muove in direzione opposta a quella del corpo

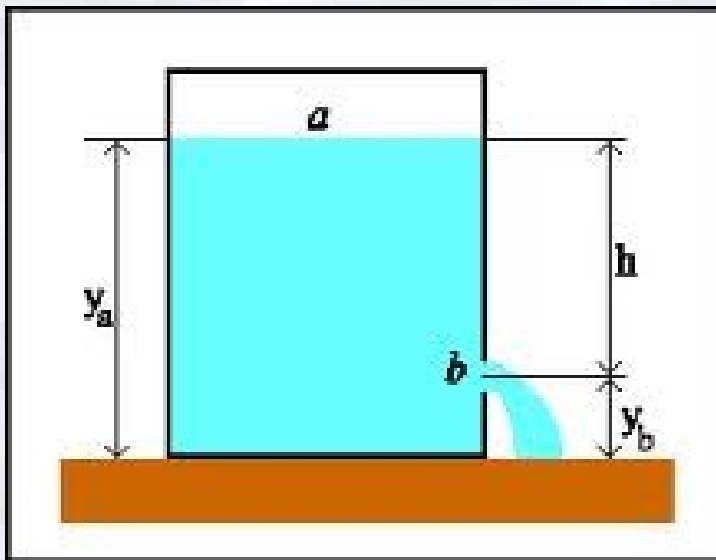


Per l'equazione di Bernoulli a tale variazione di velocità corrisponde una variazione di pressione : *la traiettoria del corpo verrà quindi curvata in direzione opposta al verso di rotazione.*



# Applicazioni: il teorema di Torricelli

Da un foro posto ad una altezza (h) dalla superficie superiore di un fluido contenuto in un serbatoio, il fluido esce con una velocità pari a quella che avrebbe se scendesse in caduta libera per un tratto (h).



$$v_b = \sqrt{2gh}$$



# Bibliografia e sitografia

---

- <http://catalogo.museogalileo.it/approfondimento/StrumentiPesare.html>
- <http://digilander.libero.it/calchic/>
- <http://matematica.sns.it/autori/1345/> (biografia)
- <http://www.treccani.it/enciclopedia/blaise-pascal/>
- [http://www.iapht.unito.it/3mu/pdf/esperC\\_Torricelli.pdf](http://www.iapht.unito.it/3mu/pdf/esperC_Torricelli.pdf)
- <http://www.imss.fi.it>
- <http://it.wikipedia.org>
- <http://www.fe.infn.it/u/dalpiaz/>
- <http://www.larapedia.com/>
- [http://www1.mat.uniroma1.it/people/israel/didattica/StMecc/StMecc\\_2.pdf](http://www1.mat.uniroma1.it/people/israel/didattica/StMecc/StMecc_2.pdf)

# Bibliografia e sitografia

---

- <http://alpha.science.unitn.it/~colletti>
- [http://www.fisicamente.net/FISICA\\_1/index-1840.htm](http://www.fisicamente.net/FISICA_1/index-1840.htm)
- [www.museodifisica.unito.it](http://www.museodifisica.unito.it)