

# FLUIDI

## la meccanica dei fluidi studia il comportamento delle sostanze liquide e gassose

### TRACCE di STORIA

**Nell'antichità** trova applicazioni in vari settori dall'irrigazione all'approvvigionamento idrico, alla meteorologia le cui osservazioni sono connesse a temperatura (FL1), pressione atmosferica, igrometria, precipitazioni, venti.

**Il secolo a.C.** ARCHIMEDE enuncia il principio di galleggiamento per un corpo immerso in un fluido.

**I secolo a.C.** ERONE inventa un sifone per travasare i liquidi e una fontana utilizzata nel XVIII secolo per prosciugare miniere (FL2, FL3).

**Verso la fine del medioevo** in pianura padana si scavano i primi canali navigabili, i navigli.

**XV secolo.** LEONARDO realizza conche di navigazione che consentono di superare dislivelli. Nei tre secoli successivi sono realizzate opere pratiche ma non è formulata una teoria completa che risolva i problemi del movimento delle acque.

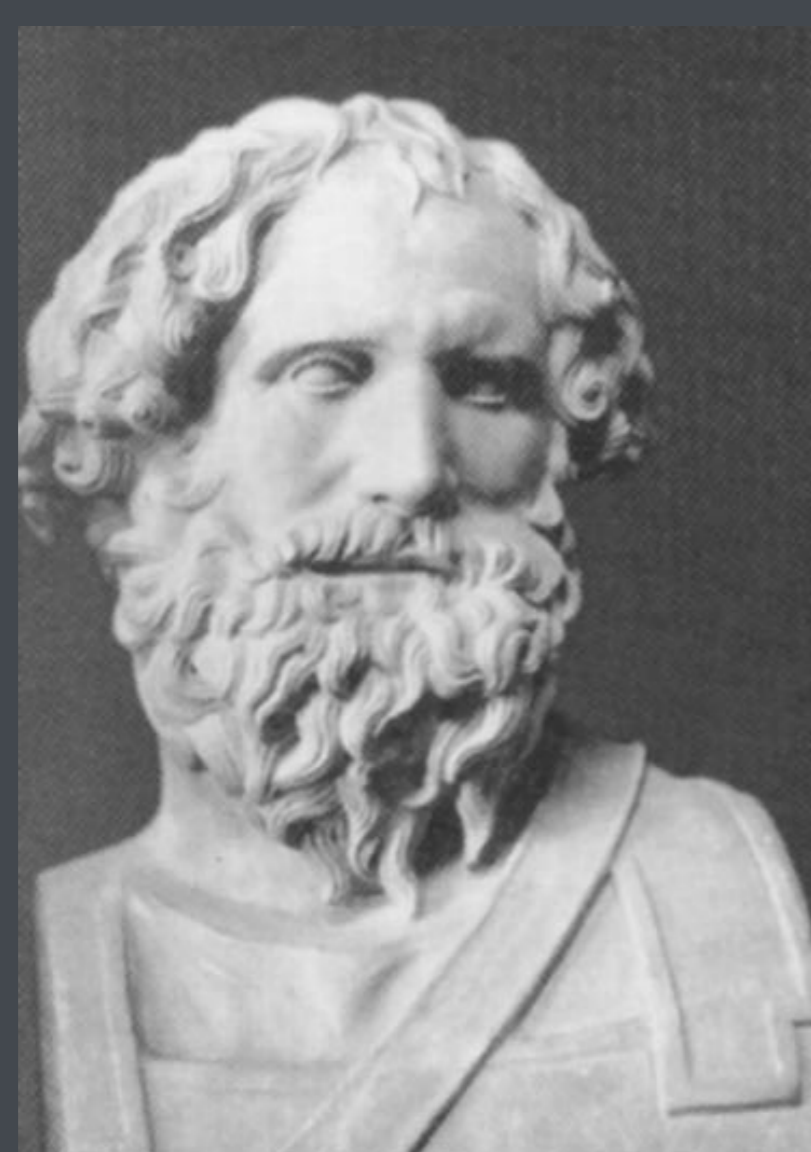
**XVII secolo.** TORRICELLI misura sperimentalmente la pressione atmosferica; PASCAL osserva che se si esercita una pressione su un fluido questa si trasmette con uguale intensità in tutte le direzioni; von GUERICKE inventa la macchina pneumatica capace di fare il vuoto all'interno di un contenitore (FL4); BOYLE e MARIOTTE determinano la relazione di proporzionalità inversa tra pressione e volume a temperatura costante (FL5).

**XVIII secolo.** Si costruiscono strumenti per determinare la densità (FL6, FL7) e la compressibilità dei liquidi (FL8, FL9), barometri (FL10) e misuratori di umidità (FL11, FL12), anemometri per lo studio dei venti (FL13).

**XIX secolo.** La conoscenza dell'idrodinamica dei liquidi perfetti è completa ma non trasferibile ai liquidi reali, dove si utilizzano leggi empiriche valide in casi particolari. HELMHOLTZ ipotizza un'applicazione della teoria idrodinamica per prevedere il moto verticale delle masse nell'atmosfera.

**XX secolo.** Le osservazioni raccolte si appoggiano su una vasta rete di stazioni meteorologiche e consentono una buona descrizione dell'atmosfera.

### BIOGRAFIA di un'IDEA: LA VIOLAZIONE DELLA GRAVITÀ



ARCHIMEDE

Lo studio dei fluidi si fonda sul presupposto che un liquido abbia natura tale che delle sue parti ugualmente disposte e continue, quella meno schiacciata venga spinta dall'altra e che ciascuna sia premuta secondo la verticale dal fluido situato sopra di essa.

Qualsiasi solido più leggero di un fluido, se collocato in esso, si immerge in misura tale che il peso del solido è uguale al peso del fluido spostato.

Un iceberg riesce a galleggiare perché è soggetto a una spinta che eguaglia il suo peso. Il pallone di una mongolfiera riempito di elio sale verso l'alto, sollevando pesi e trasportando passeggeri, perché il suo peso complessivo è inferiore a quello dell'aria spostata.

Un solido più pesante di un fluido, se collocato in esso, scende verso il basso. Se si pesa il solido nel fluido esso risulta più leggero del suo vero peso; la differenza è pari al peso del fluido spostato.

La conferma sperimentale consiste nel prendere una sfera, con un sottile involucro, riempita con cento grammi d'acqua e immergerla in un secchio pieno dello stesso liquido mentre è appesa a una bilancia; l'indice indica un peso nullo poiché quello dell'involucro è trascurabile e l'acqua è come se fosse compresa in quella del secchio. Quando si ripete l'esperimento utilizzando una sfera di ferro di uguali dimensioni, ma sette volte più pesante, l'indice della bilancia indica un peso di seicento grammi. L'apparente perdita di peso è dovuta alla quantità di acqua spostata nel secchio.

La legge, diventata leggenda, consente di stabilire se una corona è d'oro oppure se un cesellatore disonesto ha sostituito parte del metallo prezioso con dell'argento. Occorre prendere due corpi, d'oro e d'argento, aventi lo stesso peso della corona. Immerso uno dei due corpi nel secchio d'acqua, questa trabocca; la misura della quantità d'acqua necessaria per ripristinare il livello è legata al materiale utilizzato e consente di stabilire la rettitudine dell'orefice, onesto solo nel caso in cui quella della corona sia uguale a quella dell'oro.

Se una figura, più leggera del liquido, viene immersa in modo che la sua base ne resti coperta, si dispone dritta. Una forma a base larga consente un equilibrio stabile, mentre una sottile implica una densità minima al di sotto della quale la posizione diventa instabile.

TORRICELLI



Le esperienze condotte intorno al vacuo non sono finalizzate alla sola produzione del vuoto, ma vogliono mostrare le mutazioni dell'aria, ora più grave e grossa, ora più leggera e sottile. Molti affermano che il vuoto non esiste, altri che sussista ma con difficoltà perché contro natura.

La causa manifesta della difficoltà nel sollevare un liquido per mezzo di un pistone non è da attribuire al vacuo ma al peso dell'aria che provoca una resistenza. Noi viviamo sommersi in un pelago d'aria elementare, pesante la quattrocentesima parte dell'acqua.

Per verificare questa congettura si costruiscono vasi di vetro dal collo lungo due braccia e fattura diversa, uno sottile come una canna, l'altro terminante con un'ampolla. Si riempiono entrambi di argento vivo (mercurio) e dopo averne serrato con un dito la bocca si rivoltano in un vaso contenente lo stesso liquido.

È possibile constatare che i colli dei tubi restano pieni al medesimo livello ("un braccio, un quarto e un dito") a conferma del fatto che la forza esercitata deve essere esterna. È necessario che la forza agisca sul liquido contenuto nella bacinella poiché se fosse stata interna il volume privo di liquido sarebbe stato maggiore nel tubo con la cavità più ampia e i livelli diversi.

Per mostrare che la parte superiore del vaso è perfettamente vuota si aggiunge dell'acqua nella catinella; alzando il vaso meno sottile fino a raggiungerne il livello, l'argento vivo discende dal collo e l'acqua sale fino a colmare il tubo stesso. La forza che regge l'argento vivo contro la propensione naturale a cadere proviene dalla gravità dell'aria esterna che equilibra la pressione della colonna di liquido.

Fluidi diversi raggiungono altezze diverse in modo inversamente proporzionale alle rispettive densità.

La stessa pressione consente al mercurio di salire in un tubo sottile e lungo fino a settantasei centimetri, l'acqua raggiunge un livello di diciotto braccia d'altezza, pari a mille e trenta centimetri. Il mercurio ha una densità circa quattordici volte maggiore dell'acqua e raggiunge un livello massimo circa quattordici volte inferiore.

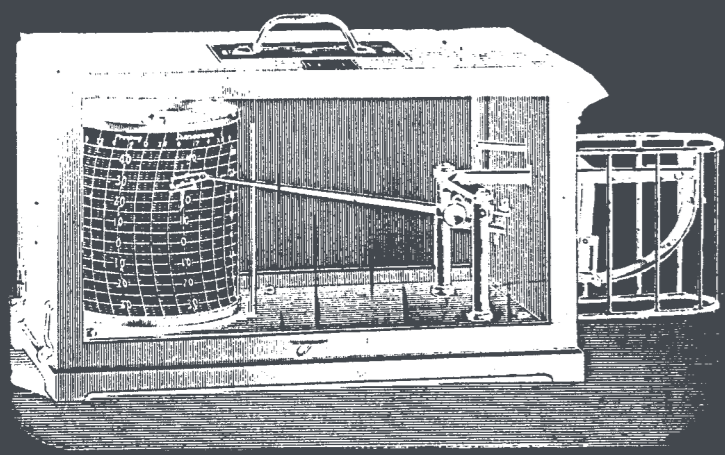
Con lo strumento e l'esperimento descritto non è possibile determinare quanto l'aria sia più grossa e grave e quanto sottile e leggera. La ragione sta nel fatto che il livello del liquido muta molto sensibilmente per il caldo e il freddo, come se fosse pieno d'aria.

# FLUIDI

## OGGETTI e STRUMENTI

FL1

### TERMOGRAFO

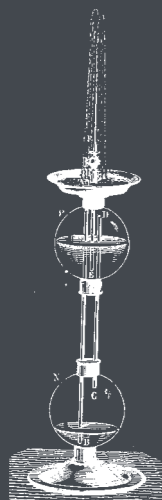


Strumento utilizzato per registrare la variazione di temperatura nel tempo. Il suo funzionamento è basato sul diverso coefficiente di dilatazione termica subito da una lamina bimetallica. A parità di calore fornito, un lato della lamina si dilata maggiormente dell'altro, determinando l'incurvatura della lamina

stessa. Un pennino scrivente, collegato alla lamina, traccia un diagramma su un tamburo rotante, munito di dispositivo ad orologeria; esso, ruotando, consente al pennino di tracciare una linea continua che rappresenta l'andamento della temperatura in un determinato periodo di tempo.

FL2

### FONTANA DI ERONE

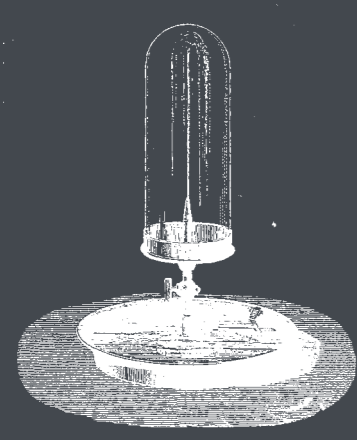


È composta da tre vasi sovrapposti e comunicanti fra loro per mezzo di tubi. Il vaso superiore è aperto a forma di vaschetta, gli altri due sono chiusi. La fontana di Erone è un apparecchio il cui funzionamento

si basa sul principio dell'equilibrio dei fluidi; ponendo dell'acqua nel vaso superiore si aumenta la pressione sul fondo del recipiente inferiore che spinge l'acqua attraverso i vari tubi e globi fino a farla zampillare.

FL3

### FONTANA A VUOTO

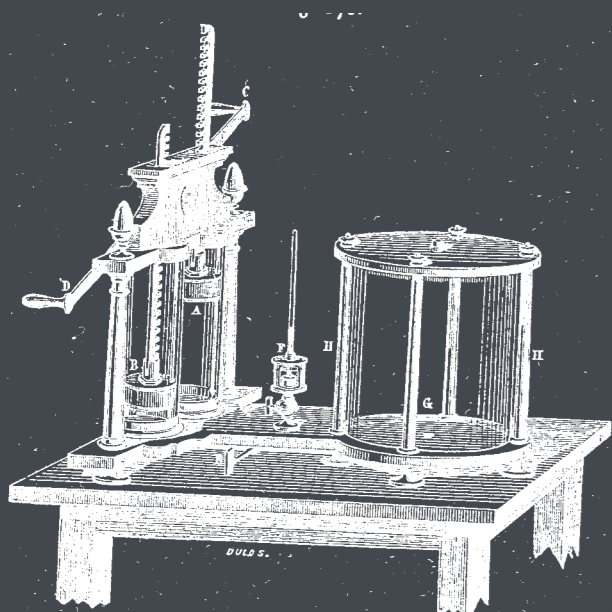


È formata da una campana di vetro che appoggia su una base, a forma di bacinella; è attraversata da un tubo di ottone munito di un rubinetto in modo da poter togliere l'aria tramite una macchina pneumatica.

Una volta ottenuto il vuoto, si riempie il piatto inferiore di acqua e si apre il rubinetto. Il liquido, sotto l'azione della pressione atmosferica, penetra attraverso la base del tubo e zampilla nella campana.

FL4

### MACCHINA PNEUMATICA

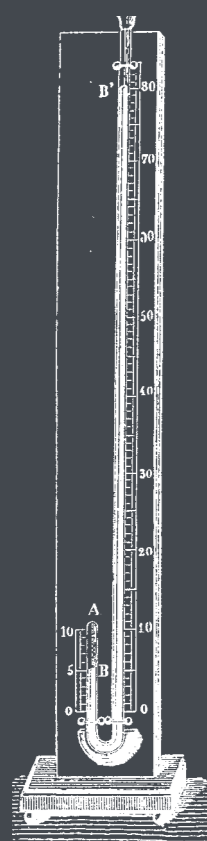


Strumento costruito con lo scopo di creare il vuoto. È costituito da una pompa in vetro nella quale si muove uno stantuffo; il moto rettilineo dello stantuffo è ottenuto trasformando il moto circolare continuo impresso dalla mano ad un albero munito di volante. Ogni volta che lo stantuffo si abbassa una parte dell'aria contenuta nel cilindro viene espulsa attraverso un

tubicino, ma una piccola quantità di aria rimane comunque nel cilindro. In questo tipo di macchina occorre applicare una forza abbastanza elevata per vincere oltre all'attrito anche la diversa pressione interna ed esterna. Per eliminare questo inconveniente vennero ideate le macchine a due corpi di pompa che ne resero più semplice e veloce il funzionamento.

FL5

### TUBO DI MARIOTTE



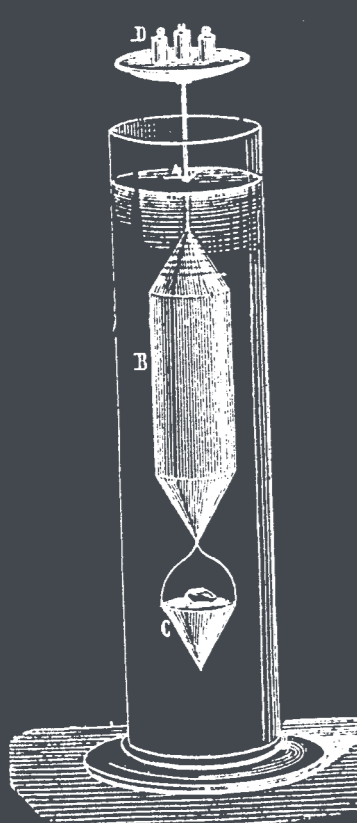
Si compone di un tubo di vetro piegato a U a rami disuguali, il più lungo dei quali è aperto mentre l'altro è chiuso; è fissato ad una tavoletta di legno su cui è segnata una doppia graduazione.

Si versa del mercurio nel tubo più lungo fino ad avere il liquido in corrispondenza dello zero delle due scale; nel ramo piccolo vi sarà una massa d'aria che si

trova alla pressione atmosferica. Versando ancora del mercurio nel ramo lungo fino a ridurre a metà il volume dell'aria, si osserva che la differenza di livello del mercurio nei due rami è uguale all'altezza barometrica del luogo. Durante tutto l'esperimento bisogna mantenere costante la temperatura e versare il mercurio molto lentamente.

FL6

### AREOMETRO NICHOLSON - AREOMETRO FAHRENHEIT

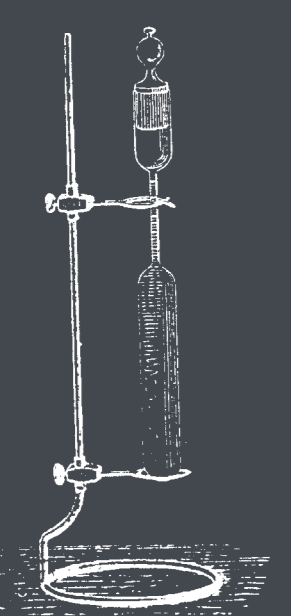


Lo strumento di Nicholson è una specie di bilancia portatile; è formato da un corpo cilindrico-conico cavo di metallo, che termina superiormente con un'asta che porta un piccolo piatto ed inferiormente con un cestello zavorrato. Immergendo lo strumento nell'acqua è necessario aggiungere dei pesi in modo che l'apparecchio affiori, fino al segno riportato sull'asticina. Se si

pone l'oggetto da pesare nel cestello, riequilibrando il sistema con dei pesi in modo che riemerga, per differenza si può calcolare il peso dell'oggetto. Anche l'areometro di Fahrenheit funziona con lo stesso principio ma è di vetro e termina, inferiormente con una bolla zavorrata, e superiormente con un piattello. Veniva utilizzato per determinare il peso specifico dei liquidi.

FL7

### PICNOMETRO

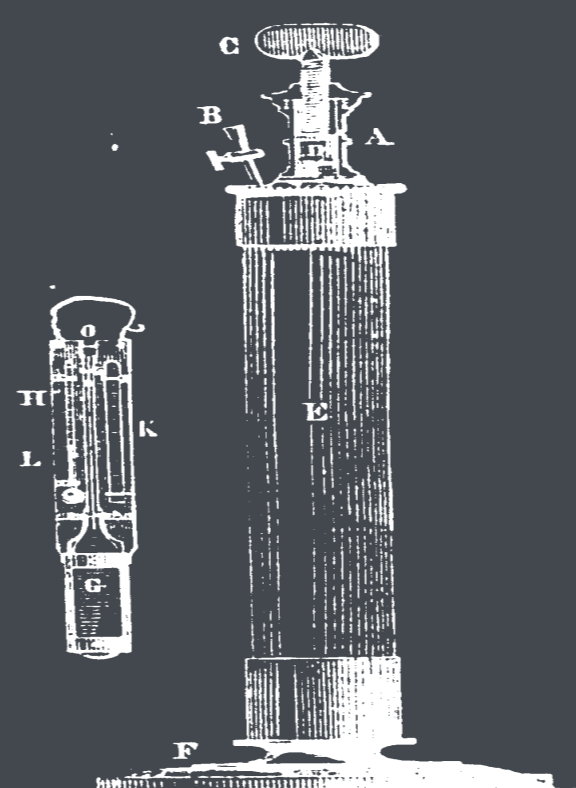


Il picnometro è costituito da una boccetta di vetro a pareti sottili, con la parte superiore allargata, chiusa da un tappo di vetro smerigliato al quale è, in generale, fissato un termometro. Per determinare il peso specifico di un liquido si pesa tre volte il picnometro: quando è vuoto, poi riempito

con il liquido da valutare e infine con acqua distillata. Le differenze tra i pesi del picnometro pieno di liquido e di acqua e quello dello strumento vuoto danno i pesi di volumi uguali del liquido e dell'acqua distillata; facendo il rapporto fra i due pesi si ottiene il peso specifico.

FL8

### PIEZOMETRO

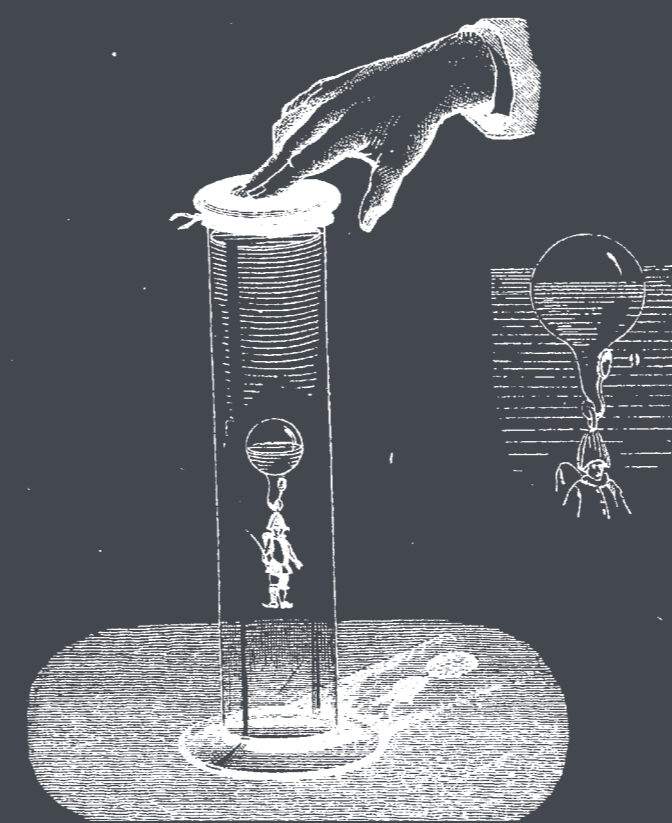


Lo strumento serve per misurare con precisione la scarsa comprimibilità dei liquidi. È costituito da un contenitore cilindrico a pareti di vetro che viene riempito completamente di acqua ed ermeticamente chiuso. In esso si colloca un recipiente, formato da un bulbo che termina con un capillare graduato. Dopo aver introdotto nel bulbo il liqui-

do da esaminare, chiudendolo con una goccia di mercurio, si fa girare la vite che si trova nella parte superiore dello strumento; questa è collegata ad uno stantuffo e, per il principio di Pascal, la pressione viene esercitata in tutte le direzioni, quindi anche nel bulbo interno; si può perciò misurare la diminuzione di volume.

FL9

### DIAVOLETTO DI CARTESIO

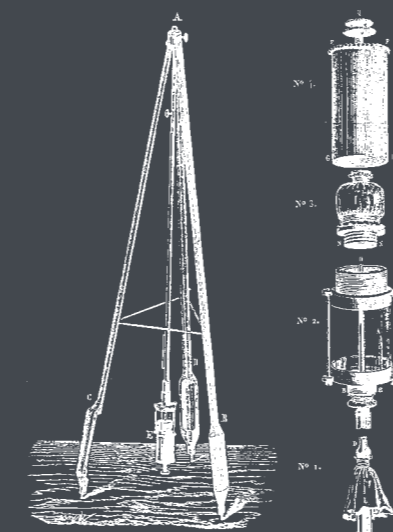


Questo strumento è formato da una sfera cava (mancante), nella cui parte inferiore vi è una piccola apertura; attaccata alla sfera vi è una figurina in vetro; si immerge il sistema in una provetta contenente acqua, chiusa superiormente con una membrana. Se il peso del sistema è uguale al peso del liquido spostato, si ha l'equilibrio.

Se si preme la membrana, l'aria contenuta nel recipiente si comprime e la pressione, trasmettendosi nei diversi strati del liquido, determina la compressione dell'aria contenuta nella sfera nella quale, di conseguenza, entra un po' di acqua; il sistema, diventando così più pesante, scende. Se non si preme più, il diavoleto, perdendo peso, risale.

FL10

### BAROMETRO DI BELLANI

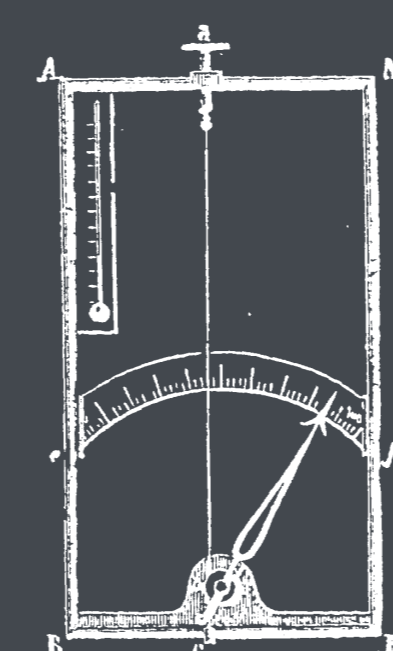


È costituito da un tubo di bossolo che, nella parte inferiore, termina con un pezzo di pelle che ha la proprietà di trattenere il mercurio ma di far passare l'aria, e nella parte superiore con un tubo di vetro. Il

tubo barometrico è chiuso in un astuccio di ottone che lascia scoperta una parte per poter vedere il mercurio. È presente anche un termometro che serve per effettuare opportune correzioni.

FL11

### IGROMETRO DI H.B. DE SAUSSURE



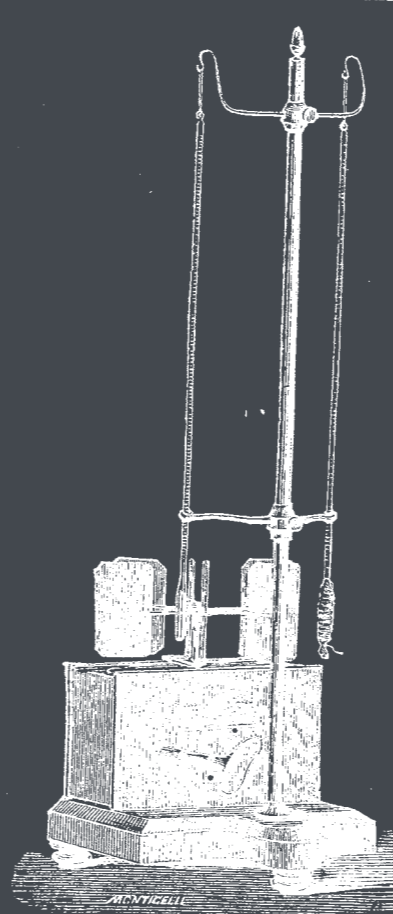
Strumento il cui funzionamento si basa sulla variazione di lunghezza dei capelli a causa dell'umidità. È costituito da un telaio di ottone e da un capello sgrassato, fissato nella parte superiore; dall'altra parte passa su una puleggia solidale con una lancetta che si muove lungo una scala ed è tenuto in tensione da un peso. Il

capello è igroscopico, cioè varia di lunghezza in funzione dell'acqua assorbita e, quindi, dà una misura approssimativa della quantità di vapore acqueo contenuto nell'atmosfera.

La graduazione dell'igrometro si fa per mezzo di due punti fissi: l'umidità estrema e l'assoluta secchezza.

FL12

### PSICROMETRO DI ANGUST CON VENTOLA DI ALCARAZAR

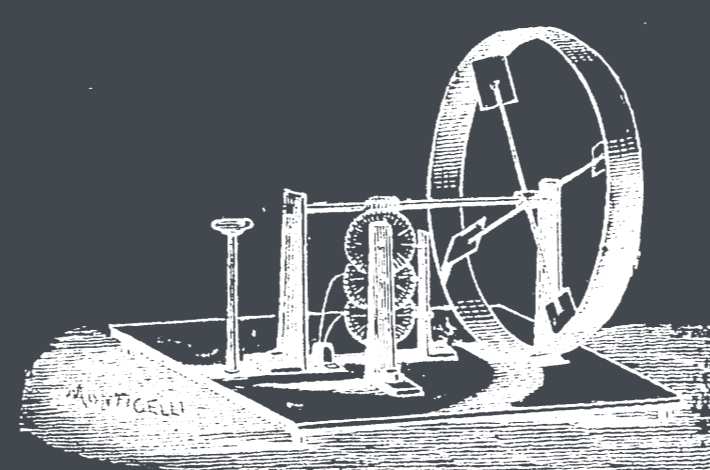


Strumento formato da due termometri uguali, posti uno di fianco all'altro. Il serbatoio di uno dei due è rivestito di una stoffa mantenuta costantemente bagnata; in questo modo a causa dell'evaporazione si ha un abbassamento della temperatura. Questa dipende dall'intensità dell'evaporazione e dall'umidità dell'ambiente in cui si opera. L'apparecchio serviva per misurare il grado di umidità

dell'aria, valutando la diversa temperatura segnata sui due termometri. Per poter operare sempre con lo stesso grado di ventilazione, viene aggiunta fra i due termometri una ventola a larghe pale, che può essere messa in rotazione per mezzo di un meccanismo a molla. In questo modo i risultati nelle varie stagioni sono confrontabili.

FL13

### ANEMOMETRO



È composto da un mulinello ad ali il cui asse ingrana per mezzo di una vite senza fine con la ruota di un contatore. Serve per determinare la forza e la velocità del vento deducibili dal numero dei giri compiuti dal mulinello quando si mantiene in funzione lo strumento per un certo tempo.

La velocità del vento si deduce da questo numero di giri, per mezzo di tavole costruite allo scopo. È custodito in una scatola di legno avente all'interno un biglietto firmato e indicante le caratteristiche dello strumento.