



Istruzioni dettagliate per gli esperimenti mostrati nel video

## Siringhe e Legge di Boyle

prodotto da Reinventore con il contributo del MIUR  
per la diffusione della cultura scientifica (legge 6/2000).

Gli esperimenti mostrati riguardano la **Fisica** e la **Termodinamica**:

- 1) Siringhe e comprimibilità di acqua e aria
- 2) Siringhe ed elasticità dell'aria
- 3) Pesata dell'aria con bilancia e fizz-keeper
- 4) Principio di Pascal con palloncini
- 5) Principio di Pascal
- 6) Emisferi di Magdeburgo
- 7) La pompa da bicicletta
- 8) Due siringhe e un tubicino
- 9) Una siringa nella campana da vuoto e altri esperimenti

# Siringhe e Legge di Boyle - Esperimenti

## 1. Siringhe e comprimibilità di acqua e aria

(vedi dal min 0.50)

### cosa serve

- 2 siringhe con tappo luerlock
- un po' d'acqua

### cosa fare

- riempire una siringa d'acqua e una d'aria
- chiudere bene con il tappo a vite (chiusura luerlock)
- provare a comprimere l'acqua, spingendo lo stantuffo. L'acqua non si comprime.
- provare a comprimere l'aria. L'aria si comprime molto facilmente.

### cosa notare

- Se spinge molto forte, è possibile che partano un po' di schizzi d'acqua intorno, anche su sé stessi, perché la giuntura tra il cilindro e la gomma dello stantuffo non è fatta per resistere ad altissime pressioni.
- questi esperimenti illustrano un risultato a cui giunse Raffaello Magiotti, della scuola di Galileo. Egli inventò un esperimento molto celebre, noto come *Ludione* o *Diavoletto di Cartesio*, che incorpora questo principio: l'aria si comprime e l'acqua no. Per approfondire, si veda il video “Le caraffine di Magiotti” e i materiali che lo accompagnano.

# Siringhe e Legge di Boyle - Esperimenti

## 2. Siringhe ed elasticità dell'aria

(vedi dal min 1.31 e 14.09)

### cosa serve

- una siringa con tappo luerlock

### cosa fare

- riempire d'aria una siringa, chiudere il tappo avvitandolo bene. Si può comprimere l'aria in un volume più ristretto, premendo con le mani lo stantuffo. Quando si smette di premere, lo stantuffo torna lentamente alla sua posizione originaria.
- svuotare una siringa spingendo fuori l'aria, lasciando 1 o 2 millilitri. Chiudere il tappo avvitandolo bene. Si può ora rarefare l'aria tirando lo stantuffo con le mani. Quando si smette di tirare, lo stantuffo torna di scatto alla sua posizione originaria.

### cosa notare

- nel secondo caso, è bene lasciare uno o due millilitri perché se si svuota completamente la siringa e si fa l'esperimento, lo stantuffo sbatterà con tale violenza contro il cilindro da romperlo. Attenzione quindi.
- questi esperimenti illustrano l'elasticità dell'aria, ben descritta da Torricelli e da Boyle e Hooke.
- a questo esperimento si riallaccia la spiegazione di un ulteriore esperimento: riempiamo d'acqua una siringa, teniamo lo stantuffo, e disponiamola verticalmente (stantuffo in alto). L'acqua non esce dal collo della siringa. Ma una volta tolto lo stantuffo in cima, l'acqua comincia a uscire. Quando sopra è tappato l'acqua non "scende" perché scendere equivale a "rarefare" l'aria dentro la siringa, cosa che richiede una forza non trascurabile.

# Siringhe e Legge di Boyle - Esperimenti

## 3. Pesata dell'aria con bilancia e fizz-keeper

(vedi dal min 2.39)

### cosa serve

- una bottiglia di plastica da 1.5 o 2 litri
- un tappo "fizz-keeper"
- una bilancia

### cosa fare

- inizialmente, si può risucchiare l'aria fuori dalla bottiglia con la bocca, e avvitare il fizz-keeper mentre la bottiglia è parzialmente accartocciata. Si può così mostrare che il fizz-keeper è una piccola pompa, con cui si può gonfiare la bottiglia, che torna alla sua forma originaria.
- con il fizz-keeper si può "spingere" molta più aria dentro la bottiglia, gonfiandola come una gomma da bicicletta.
- si prende nota del peso della bottiglia, aperta, e del tappo fizz-keeper
- si comincia a pompare dentro aria, e dopo almeno una quarantina di pompate, quando anche al tatto la bottiglia sembra ben gonfia come una gomma di bicicletta, si prende nota del peso della bottiglia, chiusa col tappo fizz-keeper, e dell'aria aggiunta in eccedenza.
- la quantità di aria aggiunta, tipicamente in 40-50 pompate, che rende la bottiglia gonfia e molto "dura" al tatto, è di circa 1 grammo.

### cosa notare

- un esperimento del genere va bene con un palloncino che cambia di molto la propria forma da gonfio a sgonfio, rispetto alla bottiglia di plastica. Infatti, poiché bottiglie e palloncini sono immersi in un fluido (l'aria che respiriamo) quando cambiano di molto le dimensioni, cambia di molto anche la spinta di Archimede che essi ricevono dall'aria circostante, e ciò altera la lettura della bilancia. Nel caso del palloncino sgonfio e gonfio, l'effetto è molto grande. Nel caso della bottiglia che quasi non cambia forma, l'effetto è minimo.
- vi sono molti modi di effettuare la "pesata dell'aria", una misura molto istruttiva.

# Siringhe e Legge di Boyle - Esperimenti

## 4. Principio di Pascal con palloncini

*(vedi dal min 6.56)*

### cosa serve

- un palloncino lungo
- una pompa

### cosa fare

- gonfiare il palloncino lungo.
- lanciarlo dapprima

### cosa notare

- a rigore, in questo esperimento si mostra che qualunque sia la direzione del moto del palloncino nell'aria, esso incontra una forza che lo frena, che vi si oppone.
- È tuttavia interessante mostrare come questa forza è anche diretta dal basso verso l'alto, è un effetto contro-intuitivo che introduce al principio di Pascal.

# Siringhe e Legge di Boyle - Esperimenti

## 5. Principio di Pascal nell'acqua

*(non presente nel video)*

### cosa serve

- una bacinella, meglio se trasparente
- un tubo, di plastica, metallo o vetro, con i bordi molto regolari
- un pezzo di filo
- colla a caldo o nastro adesivo
- un coperchio di vaso del sugo, o altro pezzo di metallo a forma di disco circolare

### cosa fare

- attaccare saldamente il filo al centro del disco (o coperchio) con la colla a caldo (o nastro adesivo)
- far aderire il disco a una estremità del tubo, tirando la cordicella dall'altra parte attraverso il tubo
- lasciando la cordicella, il disco cade
- immergere disco e tubo (aderenti con cordicella tirata) nella bacinella d'acqua
- lasciare la cordicella. Il disco rimane aderente al tubo, senza bisogno di tirare la cordicella.
- l'acqua fa aderire il disco al tubo, e quindi, preme verso l'alto.

### cosa notare

- questo esperimento venne proposto anche da Madame Curie ai giovani alunni della scuola "Cooperativa", riportato in "Lezioni di Marie Curie, la fisica elementare per tutti", raccolti da Isabelle Chavannes, Dedalo 2003, pag. 42.
- esperimenti simili vennero proposti anche da Torricelli e sono riportati in antologia

# Siringhe e Legge di Boyle - Esperimenti

## 6. Emisferi di Magdeburgo

*(vedi dal min 8.40)*

### cosa serve

- 2 emisferi di Magdeburgo
- una pompa da vuoto, manuale o automatica
- eventualmente, delle corde

### cosa fare

- far combaciare i due emisferi
- svuotare dall'aria i due emisferi servendosi della pompa
- chiudere il rubinetto
- scollegare la pompa
- dare i due emisferi a due studenti, che tirino uno da una parte e uno dall'altra per separarli. Per evitare che possano farsi male tirandosi addosso l'emisfero di metallo, collegare delle funi agli emisferi, in modo che li tirino a debita distanza. Non si tratta di "tiro alla fune".

### cosa notare

- i due emisferi, così uniti quando svuotati dall'aria, si separano da soli una volta che il rubinetto è aperto e l'aria è entrata dentro.
- l'esperimento fu eseguito a Magdeburgo nel 1650 da Otto von Guericke, costruttore di una pompa da vuoto. Gli emisferi e la pompa sono conservati al Deutsches Museum di Monaco.

# Siringhe e Legge di Boyle – Esperimenti

## 7. La pompa da bicicletta

*(vedi dal min 11.58)*

### **cosa serve**

- una pompa da bicicletta

### **cosa fare**

- sollevare il pistone della pompa
- tappare con un dito l'estremità del tubo da cui esce l'aria
- il pistone non scende
- togliendo il dito, il pistone comincia a scendere, e si ferma quando il tubo viene tappato nuovamente

### **cosa notare**

- è un esperimento molto semplice, che si può fare per gioco con i bambini piccoli, e può servire come esercizio per far “trovare il trucco” e farlo spiegare con proprie parole. Anche ai ragazzi più grandi è molto utile l'esercizio di scrivere, o di dire, la spiegazione dell'effetto.



# Siringhe e Legge di Boyle – Esperimenti

## 8. Due siringhe e un tubicino

*(vedi dal min 12.57)*

### cosa serve

- due siringhe, una grande e una piccola
- un tubicino (di silicone o di pvc) per collegarle

### cosa fare

- estrarre gli stantuffi dalle siringhe
- collegare le due siringhe con il tubicino
- inserire gli stantuffi, lasciandoli “indietro”, in modo che le siringhe racchiudano quanta più aria possibile
- facendo attenzione a dove è puntata la siringa piccola, premere la siringa grossa.
- a un certo punto, lo stantuffo della siringa piccola viene sparato con violenza come un tappo di bottiglia

### cosa notare

- per rendere l'esperimento più sicuro, si può sparare solo la gommina dello stantuffo e non lo stantuffo tutto intero
- le siringhe hanno una specie di “fermo”, che trattiene lo stantuffo fino a una certa pressione, superata la quale lo stantuffo viene sparato.
- se si “travasa” la siringa piccola nella grande, lo stantuffo grande non viene sparato: la pressione non è sufficiente.
- è possibile che lo stantuffo non venga sparato se l'esperimento viene eseguito lentamente ma che venga invece sparato se l'esperimento viene eseguito con rapidità

# Siringhe e Legge di Boyle – Esperimenti

## 9. La siringa nella campana da vuoto e altri esperimenti

(vedi dal min 16.20)

### cosa serve

- una campana da vuoto, con piatto, tubi e pompa da vuoto
- una siringa con tappo
- palloncini, bolle di sapone, schiuma da barba

### cosa fare

- inserire una siringa luerlock tappata, con 5 ml d'aria dentro, sotto la campana
- man mano che la pompa da vuoto estrae l'aria dalla campana e la pressione dentro diminuisce, la siringa si allunga “da sola”. La variazione di volume fornisce un'indicazione della pressione all'interno della campana.

### cosa notare

- si possono porre sotto la campana diversi oggetti che si dilatano per lo stesso motivo: il palloncino poco gonfio (ma ben chiuso) che si gonfia. Il bicchiere chiuso da una lamina saponosa, tesa come una pellicola, che si gonfia in una cupola sferica. La schiuma da barba, fatta di tante piccole bollicine, che si dilata a dismisura, poiché si gonfiano le bollicine.