



tradizione e rivoluzione nell'insegnamento delle scienze



Istruzioni dettagliate per gli esperimenti mostrati nel video

## Esperimenti a Vapore

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

Gli esperimenti mostrati riguardano la **Fisica** (la **Termodinamica**):

- 1) Dilatazione termica con siringhe di plastica e vetro
- 2) Caldaia a vapore con lattina
- 3) Getto di vapore e turbina
- 4) Lattina che implode
- 5) Siringhe con tubicino
- 6) La barchetta pop-pop
- 7) Il motore di Stirling in cartone
- 8) Il motore di Stirling con provetta, biglie e siringa

# Esperimenti a Vapore – Esperimenti

## 1. dilatazione termica con siringhe di plastica e vetro

*(vedi dal min 0.30)*

### cosa serve

- una siringa di plastica
- una siringa di vetro
- un tubicino di gomma o plastica
- un recipiente con acqua calda, abbastanza grande da poter contenere la siringa di plastica
- un recipiente con acqua fredda

### cosa fare

- staccare la gommina dallo stantuffo della siringa di plastica, affinché occupi meno spazio
- muovere avanti e indietro lo stantuffo della siringa di vetro, in modo che possa scorrere al meglio
- collegare le siringhe con il tubicino
- posizionare lo stantuffo della siringa di vetro a metà, e tenerla orizzontale
- “tappare” la siringa di plastica con la gommina
- inserire la siringa di plastica nel recipiente di acqua calda
- lo stantuffo della siringa di vetro si muove, l'aria contenuta nelle siringhe si sta dilatando

### cosa notare

- i volumi graduati sulla siringa aiutano a dare una prima “veste quantitativa” all'esperimento
- la siringa di vetro si può tenere in posizione verticale, e dal peso e dal diametro dello stantuffo si può ricavare la pressione
- un esperimento sulla pressione dell'aria che si può fare “in piccolo” intrappolando una goccia d'acqua nel gambo di una pipetta, e inserendo il bulbo della pipetta in acqua calda e fredda. La goccia intrappolata nel gambo sale e scende mentre l'aria si dilata o si comprime.

# Esperimenti a Vapore – Esperimenti

## 2. Caldaia a vapore con lattina

(vedi dal min 2.56)

### cosa serve

- una lattina chiusa da 33 cl
- due pezzi di fil di ferro da usare come sostegni
- uno spillone
- un martello e una pinza
- una siringa con ago
- circa 50-60 ml d'acqua
- un piccolo recipiente di alluminio (contenitore di candelina)
- alcuni gessetti
- alcol
- una pipetta e un bicchierino
- uno stecchino e un accendino

### cosa fare

- fare un piccolo foro nella lattina, nelle vicinanze della linguetta (ma non su di essa), servendosi di uno spillone (o un chiodino) e un martello. Svuotare il contenuto della lattina a parte (si può bere). Per rendere il processo di svuotamento più veloce, capovolgere la lattina col buco verso il basso e “gonfiarla” di aria usando la siringa con ago.
- piegare il fil di ferro (eventualmente aiutarsi con una pinza) affinché possa stare incastrato intorno alla lattina e sostenerla stabilmente
- versare un po' d'acqua (due “siringate”, circa 50-60 ml) dentro la lattina
- incastrare la lattina nei suoi sostegni di fil di ferro. È la nostra “caldaia”.
- disporre i gessetti nel piccolo recipiente di alluminio
- aiutandosi con una pipetta e/o un bicchierino, cospargere i gessetti di alcol. Essi se ne impregnano perché porosi, finché l'alcol in eccesso comincia a formare un laghetto nel piccolo contenitore.
- spostare il contenitore con gessetti e alcol sotto la lattina-caldaia
- accendere il fuoco sotto la caldaia aiutandosi con uno stecchino. Attenzione: la fiamma dell'alcol è poco visibile inizialmente.
- il fuoco fa bollire l'acqua e dopo un po' il “vapore” comincia a uscire dal forellino.

### cosa notare

- fare attenzione con gli spilli, con l'ago della siringa, con l'alcol.
- in presenza di un rilevatore antincendio avvisare i responsabili prima dell'effettuazione dell'esperimento

# Esperimenti a Vapore – Esperimenti

## 3. Getto di vapore e turbina

*(vedi dal min 7.50 e 9:04)*

### cosa serve

- lattina a vapore
- cannuccia
- spillo
- pezzo di alluminio da contenitore usa e getta
- nastro adesivo
- forbici

### cosa fare

- preparare la “turbina” o “ventola”: si tratta di una specie di girandola per bambini, fatta con un foglio di alluminio anziché cartoncino.
- Ritagliare un tondo d'alluminio, fare diversi tagli in direzione radiale per formare le pale. Piegarle con le dita, e forare il centro. Fissare con lo spillo su una cannuccia.
- rendere sicura la punta dello spillo avvolgendoci intorno un po' di nastro adesivo.
- avvicinare la turbina al getto di “vapore”. Essa gira molto rapidamente.

### cosa notare

- è anche possibile mettere una mano nel getto di vapore. Il vapore che esce infatti non è a 100°C o più, perché uscendo “a getto” trascina con sé l'aria circostante, con la quale si mescola e con cui si raffredda. È come quando soffiamo con le labbra quasi chiuse per raffreddare la minestra o un cibo molto caldo.

# Esperimenti a Vapore – Esperimenti

## 4. Lattina che implode

*(vedi dal min 9.28)*

### **cosa serve**

- lattina a vapore
- sottovaso
- nastro adesivo o pezzetti di etichette adesive
- un bicchiere di acqua fredda

### **cosa fare**

- quando la lattina a vapore ha quasi esaurito l'acqua o l'alcol e il suo getto di vapore caldo comincia ad esaurirsi, tappare il forellino con un pezzettino di nastro adesivo
- versare acqua fredda sulla lattina
- la lattina implode, si accartoccia da sola

### **cosa notare**

- può essere opportuno sistemare la lattina all'interno di un sottovaso o di un piatto, in modo che l'acqua versata non bagni dappertutto
- un altro modo di fare l'esperimento è quello di spruzzare acqua fredda direttamente dentro la lattina servendosi di una siringa con ago.

# Esperimenti a Vapore – Esperimenti

## 5. Siringhe con tubicino

(vedi dal min 9.56)

### cosa serve

- due siringhe, una da 50 ml e una da 20 ml
- un tubicino di gomma o di plastica adatto alle siringhe

### cosa fare

- la siringa da 50 deve avere lo stantuffo spinto fino in fondo, la siringa da 20 lo stantuffo tirato il più indietro possibile
- collegare le due siringhe con il tubicino.
- un aiutante tiene con due dita la siringa da 20, come “mostrandola”
- si tira all'indietro lo stantuffo nella siringa da 50, e nella siringa da 20, a distanza, lo stantuffo scende
- si spinge in avanti lo stantuffo nella siringa da 50, e nella siringa da 20 lo stantuffo sale
- si può così muovere su e giù lo stantuffo della siringa. È possibile che dei piccoli rumori accompagnino i movimenti, facendo ridere la classe.

### cosa notare

- questo esperimento fornisce un'illustrazione delle prime “macchine a vapore”. La siringa grande rappresenta la caldaia, dove si scalda il vapore, la siringa piccola è la macchina vera e propria, un cilindro dove il vapore caldo spinge il pistone, mentre il suo raffreddamento lo “tira” indietro.
- schemi e simulazioni animate di diverse macchine a vapore si possono trovare sul sito del Museo della Scienza di Londra. Dopotutto la macchina a vapore è una rivoluzione soprattutto britannica, e perciò la storia di questa rivoluzione è raccontata molto bene al museo di Londra.

<http://www.sciencemuseum.org.uk/on-line/energyhall/index.asp>

# Esperimenti a Vapore – Esperimenti

## 6. La barchetta pop-pop

*(vedi dal min 12:27 e 14:22)*

### cosa serve

- una barchetta pop-pop
- accessori della barchetta: pipetta, candelina, cucchiaino
- un sottovaso o bacinella piena d'acqua
- accendino

### cosa fare

- riempire il serbatoio d'acqua, servendosi di una pipetta, finché l'acqua trabocca dai tubicini
- appoggiare la barchetta sulla superficie dell'acqua
- accendere la candelina reggendola col cucchiaino
- appoggiare il cucchiaino-candelina sul fondo della barca e spingerlo finché la fiamma della candela si trova sotto il serbatoio-caldia
- attendere finché, con fracasso, la barca pop-pop parte

### cosa notare

- il motore pop-pop può rappresentare una serie di motori diversi: è un motore a reazione (con la forza del vapore spinge e spara l'acqua indietro, muovendosi in avanti), un motore a pistoncini (da un certo punto di vista, il vapore è il pistone che va avanti e indietro nel tubo che corrisponde al cilindro), una macchina a vapore (perché la forza che spinge è il vapore), una macchina termica che si studia in termodinamica (dove le due temperature calda e fredda corrispondono al serbatoio scaldato dalla candela e ai tubi raffreddati dall'acqua).
- se raffreddiamo il serbatoio con delle gocce d'acqua, la barca rallenta. Analogamente, la barchetta non dovrebbe muoversi quando naviga nell'acqua bollente.

# Esperimenti a Vapore – Esperimenti

## 7. Il motore di Stirling in cartone

(vedi dal min 17.43)

### cosa serve

- kit “motore di stirling”
- una colla bicomponente o colla bianca per legno
- una buona colla universale, meglio se dotata di una punta sottile per l'applicazione di gocce di colla di piccole dimensioni. La colla a base di solventi è più adatta di quella a base d'acqua, perché non causa deformazioni al cartone e si asciuga molto più rapidamente.
- alcuni fogli di carta vetrata fine.
- Alcol
- olio di silicone o per macchinari, leggero e non resinoso (non usare oli alimentari!)
- una siringa con l'ago per l'esatta erogazione delle gocce d'olio.
- uno stuzzicadenti
- una grande tazza di circa 10 centimetri di diametro.
- forbici piccole e un taglierino o bisturi a lama sottile
- uno strumento con punta smussata per approfondire le pieghe. Potrebbe essere un coltello smussato o il refill esaurito di una penna a sfera.
- un tagliere spesso, o di cartone completamente piatto, o di legno o di plastica.
- una squadra per il controllo degli angoli retti.
- un pennarello di grandi dimensioni (circa 17 mm di diametro)
- un bastoncino di legno o qualcosa di simile con una punta piatta.
- un paio di pinze sottili o di pinzette robuste
- un paio di graffette o di mollette da bucato
- una matita, un po' di nastro adesivo
- un elastico
- un po' di filo da cucito sottile.

### cosa fare

- per la costruzione del Motore di Stirling, consultare le istruzioni dettagliate nel menu “extra” sulla pagina <http://www.reinventore.it/shop/it/motore-di-stirling.html>

### cosa notare

- sulla stessa fonte sono presenti numerose annotazioni. Un video del funzionamento è disponibile alla pagina <http://www.reinventore.it/reinventore-tv/il-motore-di-stirling/>



# Esperimenti a Vapore – Esperimenti

## 8. Il motore di Stirling con provetta, biglie e siringa

(vedi dal min 19.32)

### cosa serve

- una provetta
- quattro o cinque biglie di vetro di diametro inferiore al diametro interno della provetta
- una siringa di vetro
- un tappo forato da mettere sulla provetta
- un tubicino di gomma
- un connettore per tappi e tubicini
- una struttura di legno o altro materiale per sostenere la provetta
- biadesivo o pongo
- candelina e accendino

### cosa fare

- inserire le biglie nella provetta, chiudere con il tappo forato, collegare il tubicino tramite il connettore, collegare la siringa di vetro al tubicino.
- sistemare sulla struttura di vetro la provetta in equilibrio, e la siringa in verticale, in modo che quando l'aria si dilata il pistone resti fisso attaccato alla base, mentre il cilindro si alzi e inclini la provetta facendo scendere le biglie dalla parte opposta.
- questo motore è diventato un classico della didattica scientifica, e di esso sono presenti molte pagine di istruzioni e video su youtube in diverse lingue. Non sono riuscito ancora a rintracciare chi ne ideò la prima versione. Io lo vidi per la prima volta all'ICPE 2006, costruito da Koichi Hirata.

### cosa notare

- Ci sono due parti “mobili” che corrispondono ai due pistoni del motore di Stirling.
  1. la siringa è il pistone “di lavoro”, e va su e giù quando l'aria dentro si dilata e si contrae (il pistoncino piccolo nel motore di cartone)
  2. le biglie sono il pistone “di spostamento” (il pistone largo e bianco nel motore di cartone). Quando si muovono nella provetta (test tube) esse spostano l'aria all'altra estremità della provetta.
- Il ciclo di Stirling idealizzato è formato da due isoterme e due isocore.
  1. isocora con aumento P e T. le biglie sono al freddo (vicino al tappo), l'aria nella provetta si scalda
  2. espansione isoterma, la siringa si alza
  3. isocora con calo P e T. le biglie vengono spinte in discesa al caldo e l'aria va al freddo
  4. compressione isoterma, la siringa si abbassa ... le biglie tornano indietro e si riparte...